This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Library
of the
University of Wisconsin

Library
of the
University of Wisconsin

LA HOUILLE VERTE

Ouvrage publié sous les auspices de Monsieur le Ministre de l'Agriculture

MISE EN VALEUR

DES

MOYENNES ET BASSES CHUTES D'EAU EN FRANCE

LA

HOUILLE VERTE

PAR

Henri BRESSON

PRÉFACE DE MONSIEUR MAX DE NANSOUTY

La *houille verte* est un revenu dont on use.

La *houille noire* est un capital que l'on mange.

PARIS (VIe)

H. DUNOD ET E. PINAT, ÉDITEURS

49, Quai des Grands-Augustins, 49

1906

Tous droits réservés

109430
AUG 13 1907
6498646
SVF
.B75

A Monsieur le Ministre de l'Agriculture, Paris

MONSIEUR LE MINISTRE,

Si la connaissance de l'avenir réservé à une branche quelconque de l'activité humaine constitue toujours un problème dont la solution paraît incertaine, son passé et son présent offrent des bases sur lesquelles on peut s'appuyer avec certitude pour une étude de statistique. Cette étude, par les conclusions qu'on peut tirer, permet jusqu'à un certain point de préjuger de l'avenir.

La statistique, c'est de l'histoire par les nombres. Elle est d'origine assez récente et n'a pu se développer que grâce aux facilités d'information résultant du grand perfectionnement des voies de communication de toutes sortes. Elle offre un intérêt spécial quand elle a pour but d'établir des comparaisons entre les différentes époques, et la question à l'ordre du jour de l'emploi des forces hydrauliques, en particulier, ne peut que bénéficier des révélations du passé.

M'étant trouvé amené à entreprendre l'étude de l'utilisation des barrages existant sur les cours d'eau de la région normande, la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles s'empressa, dès le début, de mettre ses archives à ma disposition. La nécessité ayant été ensuite reconnue, pour pouvoir mener à bonne fin cette tâche de recueillir sur place certaines données, vous avez bien voulu m'en fournir les moyens en me confiant une mission temporaire.

Au lieu de me borner à une étude purement statistique, j'ai été conduit, par la suite, à aborder le problème de l'utilisation de l'énergie

des chutes d'eau. C'était là une tâche bien lourde pour un simple amateur. Si j'ai réussi dans une certaine mesure, je le dois, en grande partie, à l'aide que m'a prêtée la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles.

Désireux de condenser dans un ouvrage de vulgarisation les résultats de mes études et de ma mission, permettez-moi, Monsieur le Ministre, de vous en offrir la dédicace. Votre haute approbation sera la meilleure récompense de mes efforts.

Je vous prie de vouloir bien agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de mes sentiments profondément respectueux.

Henri Bresson.

PRÉFACE

Pour présenter à nos bienveillants lecteurs l'ouvrage de M. Henri Bresson sur *la Houille verte*, nous leur demanderons tout d'abord la permission de remonter, bien brièvement, avec eux, de quelques années en arrière. Ils aimeront, en effet, à savoir quelle fut l'origine de cet important travail, pourquoi son auteur l'entreprit, et pourquoi il lui donna ce titre, qui parut original au début, mais auquel on s'accoutuma tout aussi rapidement qu'à celui-ci de « houille blanche », propagé avec tant de succès par le précurseur de l'utilisation des grandes chutes d'eau montagneuses, Aristide Bergès.

C'était lors de la préparation de l'Exposition universelle de 1900 ; on prévoyait que cette Exposition serait, ainsi qu'elle l'a été en effet, une consécration magistrale des progrès réalisés par l'Électricité et par les multiples procédés d'utilisation.

Chacun y songeait plus ou moins pour sa part, dans « le monde des ingénieurs » ; c'était une sorte de préoccupation scientifique générale.

En sa qualité de fils d'un des distingués et regrettés Ingénieurs des Ponts et Chaussées, M. Henri Bresson s'occupait nécessairement du progrès de l'électricité. Des séjours prolongés en Russie, en Autriche, pays dans lesquels se déroulait la carrière administrative de son père après onze années consacrées aux travaux

hydrauliques du port de Cherbourg, lui avaient laissé voir de près la grande Industrie. Possédant lui-même, dans l'Orne, une usine hydraulique depuis longtemps en chômage et englobée dans sa propriété, il se trouva amené, après l'heureux usage de l'ancienne chute d'eau pour la production de l'électricité, à entreprendre l'étude de l'utilisation des barrages existant sur les cours d'eau de la région Normande, qu'il habite durant la belle saison, bien que Lorrain d'origine, de cœur et d'esprit.

On pensait que beaucoup de ces barrages étaient morts « de leur belle mort » au point de vue de la production de la force motrice. M. Henri Bresson découvrit sans peine qu'ils étaient simplement endormis, et que, sans sorcellerie aucune, il était possible de leur procurer, dans l'intérêt général, une utile « résurrection ».

Il se pénétra, dans cette matière pratique, de la poétique prédiction du poète Horace :

Multa renascuntur quæ jam cecidere!

Après avoir jeté un coup d'œil rapide sur l'ensemble de ces ressources, inutilisées momentanément, du sol de la patrie, il en fit quelques expertises personnelles, en réunit les résultats, et, amené à travailler pour l'intérêt général, *uniquement pour l'intérêt général*, il en saisit la *Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles*.

Il y trouva, dès le début, des encouragements sympathiques : il fut autorisé à compulser les archives de l'Hydraulique agricole, et, par la suite, chargé d'une mission temporaire pour faciliter ses intéressantes recherches.

En quelques semaines, par une sorte d'enchaînement de bonnes volontés, de plus en plus séduit lui-même par la perspective entrevue, identifié avec ses recherches, M. Henri Bresson « se taillait » une énorme et coûteuse besogne pour plu-

sieurs années : il devenait la personnification même de la *houille verte*, c'est-à-dire de l'utilisation renovée par l'électricité des chutes de nos cours d'eau. Il lui fallait, dès lors, aller jusqu'au bout, qu'il le voulût ou non ! En le faisant, ce vaillant vulgarisateur, qui n'a rien ménagé, principalement de ses forces, a fait plus encore qu'une œuvre désintéressée et méritoire, il a donné un exemple ! L'avenir lui en saura gré.

Nous avons parlé, tout à l'heure, de « résurrection des chutes d'eau » dans le domaine de la « houille verte ». Justifions ce mot.

La « houille verte », nous l'avons dit, c'est, par analogie avec la « houille blanche » des glaciers, le fluide et pesant facteur d'énergie que véhiculent au travers des vertes prairies les cours d'eau et les ruisseaux d'une certaine importance. « Ils n'ont point de chutes, dira-t-on, puisque par leur nature même ils coulent paresseusement dans les prés fleuris ! »

Entendons-nous bien.

La chute d'eau de « la houille blanche » provenant de l'eau de fusion des neiges et de la glace des glaciers, ce n'est point, dans l'utilisation industrielle, la belle cascade écumeuse qui se déverse de quelque seuil montagneux dans quelque beau lac, c'est l'eau de déversement amenée sous pression à une altitude inférieure dans des tuyaux d'acier résistants au bas desquels évoluera l'industrieuse *turbine*, qui est le progressiste « manège » des chevaux hydrauliques.

De même la chute d'eau de la « houille verte », c'est la *différence de niveau* de l'eau, à un moment donné, entre deux points du cours d'eau, lequel s'écoule pacifique. On crée cette « chute », dans la majorité des cas, par une discrète dérivation qui, à bien peu de chose près, rend un peu plus bas au cours d'eau ce qu'elle lui a emprunté un peu plus haut.

C'est même là une véritable vertu de la « houille verte », que

d'aller de « chute en chute » sans rien perdre de son mérite ni de sa valeur ; sa verdeur est constante et cette bonne houille ne s'use pas en brûlant. Les chevaux hydrauliques ont passé dans la turbine, au grand trot; ils courent pour se mêler aux eaux du fleuve dont leur rivière est l'affluent. Mais l'ingénieur est là avec ses « colliers hydrauliques » : un peu plus bas, tout juste le temps de reprendre haleine, ils recommenceront, comme ces braves chevaux de cirque auxquels on barre la rentrée à l'écurie et qui docilement, aux applaudissements des spectateurs, recommencent leurs tours de piste en caracolant.

Pendant longtemps la chute d'eau de « la houille verte » fut, avec le moulin à vent, dans notre pays, comme ailleurs, la productrice de force motrice.

On la mettait à profit pour moudre le grain avec des roues hydrauliques en bois, robustes, ingénieuses, mais d'un pitoyable « rendement mécanique » ; les roues à palettes planes les plus employées rendaient 25 à 30 0/0 du travail absolu disponible.

Lorsque parut « la machine à vapeur », avec son prestige et sa régularité de fonctionnement indépendante des crues et des sécheresses, les grands moulins à vapeur surgirent et les roues des petits moulins cessèrent un peu partout de battre leur rythme laborieux et monotone; la « houille verte » s'écoula sans entraves, pendant de longues années, oubliant les vannes des moulins abandonnés.

Mais les ingénieurs restés serviteurs des gros cours d'eau combinèrent, perfectionnèrent, vulgarisèrent alors un nouveau « récepteur hydraulique », *la turbine*, qui fournit des rendements de 70 à 80 0/0, s'approprie à toutes les chutes, occupe peu de place, tourne avec vitesse. Cela fit renaître, par-ci, par-là, quelques installations hydrauliques moyennes; les toutes petites turbines hydrauliques, « les turbinettes », remplacèrent aussi d'anciennes roues hydrauliques dépossédées.

Mais que faire de cette puissance hydraulique captée, de cette force motrice reconquise? Les grands moulins à blé avaient définitivement affermi leur conquête et assis leur domination.

Tout vient à point dans l'évolution du progrès!

Gramme, Hippolyte Fontaine, de Méritens créaient tout à coup la machine électrique apte à transformer la puissance mécanique en énergie électrique, en lumière!

On entrevit, dès lors, la vulgarisation de la petite force motrice sous forme de machines agricoles actionnées et de lampes électriques illuminées. Quelques chevaux hydrauliques bien « turbinés » suffirent pour faire énormément de besogne.

La « houille verte » coula donc désormais avec des aspects d'eau de Jouvence.

Mais où la retrouvait-on disponible après son assez long repos? Où était-il intéressant de la remettre à l'œuvre? Dans quelles prairies de nos départements de France convenait-il de mettre les chevaux hydrauliques « au vert » pour leur redonner, et mieux encore, leurs forces perdues?

C'est là que M. Henri Bresson, avec prescience, vit qu'il y avait toute une *enquête d'utilité générale* à faire et que cette enquête, pour être utile, devait être menée avec rapidité.

Ce pèlerin de la Science prit son bâton de voyage, qui ressemblait à une grosse « baguette divinatoire », et parcourut, à commencer par l'Orne, huit départements, cherchant les chutes d'eau utilisables, interrogeant les souvenirs des vieux moulins, et décrétant, pour l'avenir, le service obligatoire et personnel des barrages, qui croyaient bien avoir échappé pour jamais à la conscription.

C'était, tout d'abord, un important chapitre de *statistique*. Il fallait que cette statistique fût établie avec méthode, qu'elle fût parlante aux yeux, convaincante.

Voici comment M. Henri Bresson a résolu cette difficulté.

Pour l'esprit de *méthode générale*, il n'eut qu'à interroger son tempérament précis et mathématique, et à se conformer à la grande formule qu'en donna son éminent père M. *Léopold Bresson*, ancien élève de l'École polytechnique, dans son beau livre *Idées modernes*, publié en 1880 et qui est resté actuel, tout en étant une œuvre de précurseur [1]. « De même, dit Léopold Bres-
« son, qu'il n'y a qu'une seule espèce de vérités avec des degrés
« divers de précision, et une seule science composée de parties
« subordonnées les unes aux autres, suivant notre échelle
« encyclopédique, il n'y a qu'une méthode qui se modifie, ou
« plutôt se complète, se fortifie à mesure qu'elle s'applique à
« l'étude de phénomènes de plus en plus compliqués. Cette
« méthode se compose du *raisonnement*, de l'*observation* et de
« l'*expérience* [2]. »

Raisonnement, observation, expérience! C'est le trépied scientifique sur lequel M. Henri Bresson a solidement placé et édifié son étude du passé, du présent et de l'avenir de la « houille verte ».

Il fallait, pour appliquer cette méthode, que la statistique en résultant fût parlante aux yeux, convaincante.

En dehors des tableaux de chiffres consciencieux relevés sur place, puis complétés, contrôlés, dans les archives du Ministère, M. Henri Bresson a employé les diagrammes, sous les aspects instructifs et attrayants dont M. E. Cheysson, l'éminent Inspecteur général des Ponts et Chaussées, a jeté les bases dans ses admirables albums de statistique graphique et dont il a donné des exemples qui font à la netteté de la Science française le plus grand honneur.

Voilà donc M. Henri Bresson qui fait des cartes exactes de

1. *Idées modernes*, par Léopold Bresson, ancien élève de l'École polytechnique. C. Reinwald, éditeur. Paris, 1880.
2. *Loc. cit.*, p. 45.

chacun des départements dont il a décidé la conquête hydraulique.

Puis, sur chacune, il pique, au point précis, toutes les forces hydrauliques abandonnées, ou en fonctionnement, avec des signes conventionnels bien visibles; il les résume dans des diagrammes très nets montrant la force utilisée « et la force utilisable ». Il est conduit, ainsi qu'il le dit au Ministre, « à aborder le problème de l'utilisation des chutes d'eau et se fait un aimable devoir de reconnaître qu'il trouve un appui précieux et bienveillant dans ce but auprès de la *Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles*, au Ministère ». Finalement, l'œuvre prend corps; les observations de ce chercheur s'accumulent; leur utilité paraît évidente.

La Presse, cette puissance actuelle, encourage le prospecteur de « Houille verte ». M. Pierre Leroy-Beaulieu, dans *l'Économiste français*, avec l'autorité qui s'attache à cette grande Revue et avec le talent de sa plume estimée, donne, en quelque sorte, à M. Henri Bresson la consécration de son approbation.

Tel est le bref historique de la conception de l'œuvre de cet enquêteur et voilà comment, au bout de quelques années seulement, grâce à un labeur considérable, il a dressé une *statistique parlante* de la « houille verte » dans les huit départements de l'Orne, d'Eure-et-Loir, de la Sarthe, de la Mayenne, de Maine-et-Loire, de la Manche, du Calvados et de l'Eure.

Il semble qu'il ait fait jaillir de notre sol une cavalerie hydraulique de milliers et de milliers de chevaux, ayant au mors de bride la blanche écume des cascades et jetant des feux électriques par les yeux.

Nous ne pouvons ici, pour terminer, que jeter un rapide coup d'œil sur les *vingt chapitres* dont se compose l'important ouvrage qui résume toutes les recherches et indique tous les espoirs d'utilisation futurs dont nous venons de parler.

Après avoir examiné, dans les trois premiers chapitres, l'origine de ses recherches et les faits particuliers qui attirèrent son attention sur l'insuffisance actuelle d'utilisation de la « houille verte », M. Henri Bresson, dans le chapitre IV, établit les considérations hydrographiques générales sur lesquelles on peut se fonder pour reconnaître le terrain au point de vue géographique et pour évaluer le débit des cours d'eau auxquels on empruntera la force motrice. La région Normande lui aura servi de type, et l'auteur l'appelle avec esprit une « Suisse normande ». Mais il est évident que la méthode est applicable désormais, et sera appliquée à toute autre région, car ses procédés sont parfaitement définis et uniformisés.

Dans les chapitres V et VI, nous trouvons la définition, l'organisation et, d'après des exemples bien choisis, les bases de calcul ou d'évaluation des *usines hydro-électriques*. L'auteur montre comment on peut tirer parti non pas seulement des chutes moyennes, mais encore des petites chutes. « Ne dédaignez pas « la petite calorie » de 42 millions d'*ergs* entrevue dans l'écume de vos barrages qui manquent d'énergie, dit-il aux adeptes présents et futurs de la houille verte! Elle peut faire encore une fort utile besogne de modeste ménagère ! Et nous en trouvons des exemples tout à fait instructifs dans les Vosges et à Saint-Denis, aux portes de Paris ». *Sapiens nihil affirmat quod non probet !*

Après avoir montré, dans le chapitre VII, comment se différencient et comment sont classifiées administrativement les rivières *non navigables et non flottables* par rapport à leurs grandes sœurs *navigables et flottables*, M. Henri Bresson dans les chapitres VIII et IX, étudie le matériel hydraulique et mécanique nécessaire pour la réalisation la plus pratique de son programme spécial, roues et turbines, accumulateurs, *moteurs de secours*. Car le *moteur de secours*, à essence de pétrole, à gaz pauvre,

parfois à vapeur, est essentiel, aussi essentiel en général que la batterie d'accumulateurs; il ne faut point risquer le chômage, surtout en matière d'éclairage électrique; or, à l'heure présente, les petits moteurs de secours sont si bien étudiés, et coûtent si peu de chose relativement, que l'on serait inexcusable de ne pas recourir à eux. Il faut seulement savoir comment il convient de les proportionner à l'installation hydro-électrique et quels services il faut leur demander pour les faire travailler parallèlement, pour « les occuper » afin qu'ils « gagnent leur avoine ». Le livre que nous analysons fournit toutes sortes d'indications et d'exemples pratiques à ce sujet.

Dans le chapitre x, consacré à la *statistique*, M. Henri Bresson laisse entrevoir que la division par départements, ayant servi à son étude et la seule pouvant être adoptée actuellement, offre des cadres tout naturels pour des unions syndicales, en vue de la meilleure utilisation des chutes d'eau; cette idée est encore plus largement développée dans le chapitre xi.

Désormais les hommes de bonne volonté qui veulent utiliser les ressources précieuses de la houille verte et y trouver un regain de prospérité pour notre sol n'auront plus à tâtonner, à chercher leur voie : ils pourront partir de résultats déjà acquis, faire leurs avant-projets sur des chiffres réels! Certes, avec chaque région, dans notre beau pays de France, varieront certains éléments du calcul; il y aura des *coefficients d'utilisation* diverses. Mais la formule générale et utilement démocratique est donnée, l'équation d'ensemble du problème est posée : il n'y a plus qu'à l'adapter à tel ou tel cas.

Le chapitre xii est, à lui seul, un programme et un programme original. M. Henri Bresson l'intitule : *Visions électriques :* cela est piquant et attrayant, mais il suffirait de dire que ces visions électriques sont bien plutôt, à proprement parler, les *espérances électriques* de la houille verte, les réalités de demain.

L'auteur fut conduit à les grouper, à les mettre « en perspective » par les conseils de plusieurs hommes éminents parmi lesquels M. Lagrange de Langre, conseiller-maître honoraire à la Cour des comptes. « Pour compléter votre tâche, lui disait-on, il faut que vous trouviez, pour le plus de régions possibles, le plus d'*utilisations* que vous pourrez de la *houille verte*. Vos recherches, vos observations, vos statistiques ont parfaitement dégagé l'*organe;* il faut maintenant mettre en évidence la *fonction*. »

Voilà pourquoi nous trouvons, dans le chapitre XII, un coup d'œil sur les applications variées et possibles de la houille verte. Sachant combien l'électricité est, en toutes circonstances et à tous les degrés une grande magicienne, refusons à M. Henri Bresson le droit au rêve et à l'utopie, il a bien trop le droit de compter sur des réalités.

La deuxième partie de l'ouvrage, des chapitres XIII à XX, nous donne les *cartes de statistique graphique* qui ont, à si juste titre, valu à M. Henri Bresson une universelle notoriété et qui, à tout jamais, ont attaché son nom à celui de l'utilisation scientifique, économique et pratique de la « houille verte ». L'une de ces cartes est d'ores et déjà *historique* d'une façon touchante. C'est la *Carte de l'Orne* que publia, le 2 mai 1902, l'excellent journal *le Nouvelliste de l'Orne*. Pour la première fois, dans l'explication qu'il donnait de sa carte, l'auteur employait le terme de *houille verte*. On sursauta, on s'étonna, on plaisanta même : « Nous avons déjà la houille blanche, disait-on, M. Bresson va nous en faire voir de toutes les couleurs. » Cela n'effraya pas *le Nouvelliste de l'Orne* et son sympathique directeur, M. Nicolas, et il eut raison : aujourd'hui, quand on dit « la houille verte », tout le monde sait ce que c'est ; le terme synthétise toute une branche d'études et de recherches : l'idée était bonne et elle méritait d'être encouragée.

La « houille verte » a, d'ailleurs, trouvé, comme nous l'avons dit, de précieux appuis, et l'on voit que la bonne Fée Électricité était près de son berceau lors de sa naissance.

M. Henri Bresson obtint, en effet, comme nous l'avons rappelé, le haut et précieux appui de l'Administration de la Direction de l'Hydraulique ; la Presse lui fit un accueil amical ; les Compagnies de Chemins de fer facilitèrent la tâche de ce chercheur désintéressé et diminuèrent, en quelques circonstances, les grosses dépenses personnelles qu'il s'imposait.

Enfin, il a trouvé en MM. Dunod et Pinat, les éditeurs que méritait son beau livre. Les éditeurs scientifiques sont, pour les auteurs, de véritables collaborateurs, et l'on pourra voir que MM. Dunod et Pinat ont apporté à *la Houille verte*, comme ils en sont coutumiers pour toutes sortes de questions de science appliquée et de progrès, une précieuse collaboration.

Grâce à ce groupement vraiment remarquable de concours, reliés entre eux par la conviction qu'il a apportée à son œuvre, M. Henri Bresson aura eu la bonne fortune, en un temps très court, de pouvoir la projeter, la mener à bien et la décrire : c'est un heureux auteur ; après l'avoir encouragé, on peut déjà le féliciter.

MAX DE NANSOUTY.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

Pages.

DÉDICACE V
PRÉFACE VII

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS ET THÉORIES

CHAPITRE I. — **Définition de la houille verte** 1
— II. — **Les Électriciens de la région normande** 7
— III. — **De fil en aiguille** 13
— IV. — **Considérations hydrographiques** 22
— V. — **Des Unités hydro-électriques** 33
— VI. — **Un peu d'erg, s. v. p.!** 47
— VII. — **Rivières navigables et flottables et rivières non navigables ni flottables** 56
— VIII. — **Roues et turbines** 67
— IX. — **Moteurs de secours et accumulateurs** 79
— X. — **De la statistique et son utilité** 97
— XI. — **Idées syndicales** 107
— XII. — **Visions électriques** 115

DEUXIÈME PARTIE

APPLICATIONS ET STATISTIQUES

CHAPITRE XIII. — **La houille verte dans l'Orne** 131
I. — LES INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES :
1° Domfront 131
2° Mesnil-Glaize 133
3° La Chapelle-Montligeon 135

Pages.
4° Les Masselins 135
5° Putanges. 138
6° Rémalard 139
7° Boucé 141
8° Torchamp 142
9° Moulins-la-Marche. 143
II. — Les ressources disponibles 144

Chapitre XIV. — **La houille verte dans l'Eure-et-Loire** 149
I. — Les exemples hydro-électriques :
1° Saussay. 149
2° Sorel. 149
3° Bouche-d'Aigre 150
4° Marmousse. 151
5° Mémillon. 151
6° Vriseuil. 151
II. — Les ressources disponibles 153

Chapitre XV. — **La houille verte dans la Sarthe** 158
I. — Les exemples hydro-électriques :
1° Le Lude 158
2° La Chartre-sur-le-Loir 162
3° Vaas 162
4° Sablé 163
5° Malicorne 164
6° Connéré 164
7° Les Calots 164
II. — Les ressources disponibles 165

Chapitre XVI. — **La houille verte dans la Mayenne** 168
I. — Les exemples hydro-électriques :
1° Rochefort 170
2° Andouillé 172
3° Gorron. 172
4° Bas-Coudray. 172
II. — Les ressources disponibles 172

Chapitre XVII. — **La houille verte en Maine-et-Loire** 180
I. — Les exemples hydro-électriques :
1° Cheffes. 180
2° Seiches. 181
3° Soucelles. 182
II. — Les ressources disponibles 182

Chapitre XVIII. — **La houille verte dans la Manche**. 187
I. — Les exemples hydro-électriques :
1° Saint-Hilaire-du-Harcouët 188
2° Mortain 189

Pages.
3° Ducey 192
4° Sourdeval 192
5° Torigni-sur-Vire. 195
6° Cérences 196
7° Tessy-sur-Vire. 197
8° Briquebec 198
9° Saint-Sauver-le-Vicomte 198
10° Tourlaville. 198
11° Saint-James 199
12° Anneville-en-Saire 199

II. — Les ressources disponibles 199

Chapitre XIX. — **La houille verte dans le Calvados** 205

I. — Les exemples hydro-électriques :

1° Vire 205
2° Environs de Vire 209
3° Pontfarcy 211
4° Mézidon 211
5° Falaise 212
6° Orbec. 214
7° Thury-Harcourt 214
8° Aunay-sur-Odon. 216
9° Saint-André 221

II. — Les ressources disponibles 222

Chapitre XX. — **La houille verte dans l'Eure**. 226

I. — Les exemples hydro-électriques :

1° Rugles. 227
2° La Ferrière-sur-Rille 227
3° Beaumont-le-Roger 227
4° Pont-Authou. 229
5° Montfort-sur-Rille. 229
6° Pont-Audemer. 230
7° Tourville. 231
8° Toutainville 231
9° Cormeilles 232
10° Le Vaudreuil. 233
11° Léry 233
12° Condé-sur-Iton 233
13° Navarre. 235
14° Saint-Elier. 236
15° Poses. 239
16° Les Andelys. 242
17° Lyons-la-Forêt. 243
18° Gisors. 243
19° Environs de Gisors 244
20° Chauvaincourt. 244
21° Saussay 245
22° Sainte-Geneviève-les-Gazny 246
23° Douville 246

Pages.
24° Saint-Nicolas-de-Pont-Saint-Pierre 247
25° Radepont. 247
26° Ile Sainte-Hélène 247
II. — Les ressources disponibles 248
Supplément au département de l'Eure. 252

TROISIÈME PARTIE

GRAPHIQUES ET TABLEAUX. — CONCLUSIONS

I. — Graphiques et tableaux :
1° Carte pluviométrique de l'Orne. 258
2° Débits des principales rivières de l'Orne. 259
3° Douze années des débits de l'Iton. 260
4° Graphique des stations centrales. 261
5° — des propriétés 26
6° — des industriels 263
7° Tableau synthétique des installations hydro-électriques. 264-267
8° Énumération par département des usines hydrauliques d'industries diverses s'éclairant à l'électricité. 268
9° Tableau récapitulatif. 269
II. — Conclusion. 270
Table alphabétique des matières. 273

LA HOUILLE VERTE

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS ET THÉORIES

CHAPITRE I

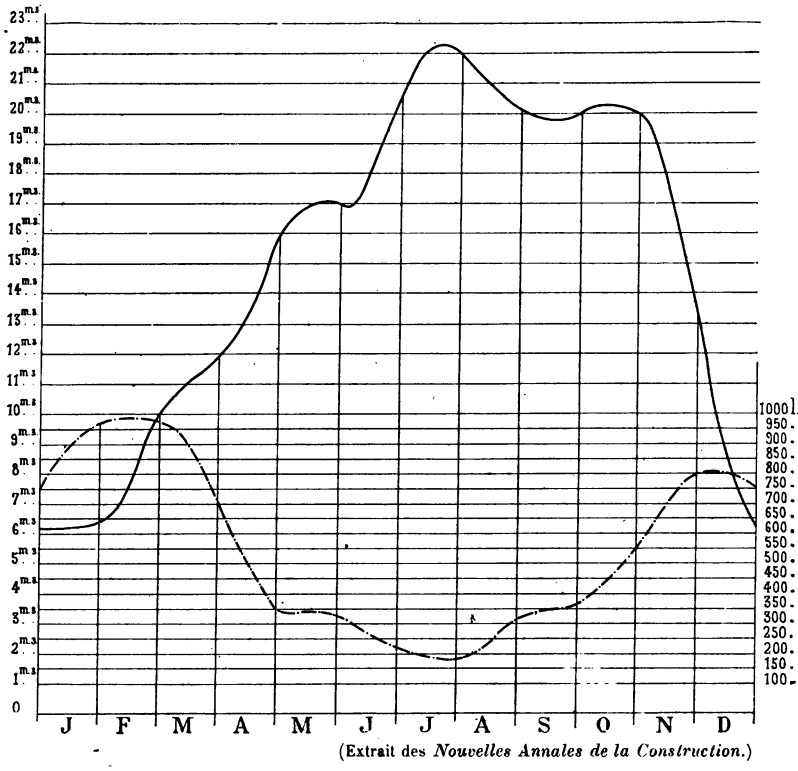
DÉFINITION DE LA HOUILLE VERTE

Au premier abord, l'alliance de ces deux mots peut étonner, et non sans raison, si on les prend tous les deux au sens propre; mais alors l'expression, bien acceptée maintenant, de *houille blanche* peut être aussi contestée, particulièrement en ce qui concerne le mot houille, et différemment interprétée pour le qualificatif blanche. En effet, les uns y voient une image de la blancheur des neiges éternelles; les autres, estimant que l'eau est généralement blanche, surtout quand elle écume, en étendent la signification à toutes les forces hydrauliques.

La vérité est que l'un et l'autre sont des termes métaphoriques et que dans tous les deux le mot houille est un synonyme d'*énergie*. Si l'on se rallie à l'opinion de ceux qui ne séparent pas l'idée de houille blanche de l'origine des rivières torrentielles des Alpes ou des massifs montagneux pourvus de glaciers permanents, il est logique de consentir aussi à l'énergie des cours d'eau de plaines, ou issus des massifs secondaires que couronnent les verdoyantes forêts, la dénomination plus nouvelle de *houille verte*. Il est incontestable que, dans ce second cas, les parties boisées des bassins jouent un rôle assez analogue à celui des glaciers, pour la restitution subséquente et

régulatrice des quantités d'eau devant suivre la pente naturelle des vallées.

Bien plus, le graphique (*fig.* 1) va prouver que cette différence d'expressions est nécessaire, puisqu'elle est appelée à peindre vivement à l'imagination deux situations singulièrement dissemblables.



(Extrait des *Nouvelles Annales de la Construction.*)

FIG. 1.

——— Cours d'eau des régions de houille blanche.
—·—·— Cours d'eau des régions de houille verte.

Les douze mois de l'année servent d'abscisses à ce graphique ; la courbe en trait plein, s'élevant à partir de janvier, représente les variations annuelles d'une des rivières des Alpes, au régime torrentiel, dont les débits en mètres cubes sont à gauche du tableau. C'est ce genre de rivières qui a fait baptiser la houille blanche ; la fonte des glaciers, sous l'influence de la chaleur, due à l'ardeur du soleil, atteint son maximum en juillet, puis va décroissant. Durant la période des frimas l'approvisionnement futur recommence. La

houille verte est représentée par la courbe du bas et les débits en litres sont portés à droite; les époques très pluvieuses de l'année, de décembre en février, s'y indiquent par des crues faciles à prévoir, tandis que la chaleur de la saison estivale, la végétation en général, forêts, prairies, cultures, absorbant une partie des précipitations déjà inférieures en quantité, creusent dans cette courbe la période de l'étiage ou des basses eaux. On a heureusement défini cette situation inévitable par une image encore : *le creux de la sécheresse*.

Puisque, comme chacun le pressent et comme nous le verrons plus loin, les usines hydrauliques, les anciens moulins à eau pour employer l'expression vulgaire, vivent, une fois la hauteur de leur chute fixée, de la quantité d'eau qui passe, on conçoit que, dans le cas de la houille blanche, la période difficile à traverser est l'hiver et que, dans le cas de la houille verte, elle tombe en été.

La puissance d'une usine hydraulique est estimée en chevaux-vapeur ; nous aurons l'occasion d'y revenir. Mais je crois opportun de rappeler dès maintenant que l'on a adopté les termes de *chevaux permanents* et de *chevaux périodiques*, afin de faire entendre que les premiers, fixés d'après le minimum de débit prévu, se trouvent temporairement renforcés des seconds. Ainsi que le montrent les graphiques (*fig.* 2), les époques des chevaux périodiques sont en opposition absolue dans les deux cas précités, et ils donnent, toutes proportions gardées, un certain avantage à la houille verte sur sa sœur aînée, quand il s'agit d'éclairage électrique.

Bien que cette heureuse relation des forts débits doive faire l'objet d'une étude spéciale au chapitre IV, il n'est pas sans intérêt de la signaler dès à présent, car on y trouve un des motifs du succès obtenu par les industriels ou les propriétaires qui ont tenté de tirer parti des ressources hydrauliques dans ce nouveau but : *s'éclairer avec de l'eau et à distance d'une chute d'eau !*

On objectera peut-être que les rivières coulaient depuis longtemps, ayant servi plus ou moins dans certaines contrées, et qu'on pouvait laisser les choses en l'état, puisqu'on s'habituait à s'en passer de plus en plus, donnant la préférence au charbon. D'autres cependant, et de plus compétents que moi, ont pensé aussi qu'il était d'une bonne économie d'utiliser, de préférence, des ressources d'énergie peu onéreuses et inépuisables qui se renouvellent quotidiennement et, avant de terminer ce chapitre, je ne crois pouvoir

apporter de meilleurs arguments en faveur de la thèse soutenue, qu'en reproduisant ici le langage élevé dans lequel l'un d'eux a exprimé cette opinion.

« Dans les siècles passés, les exploitations industrielles cher-

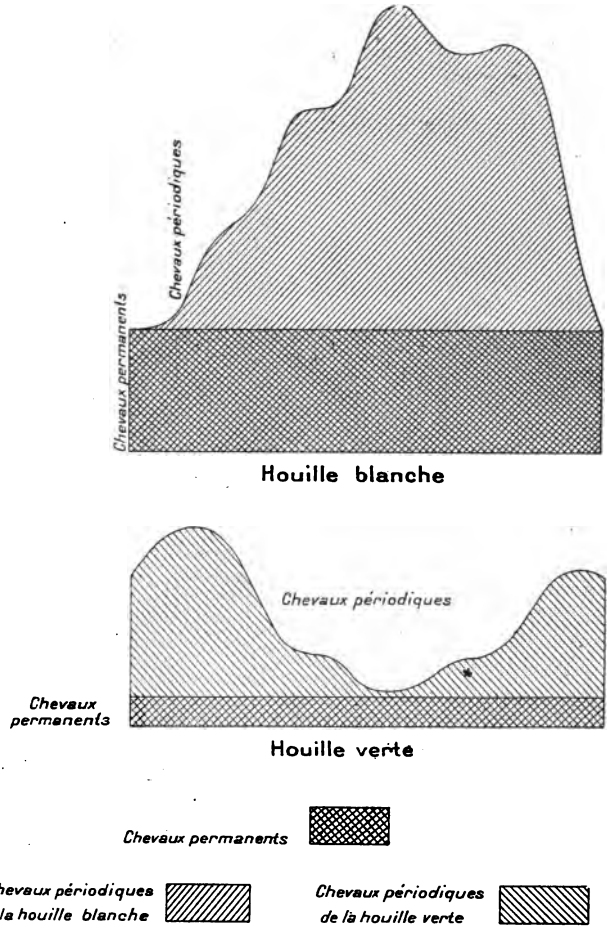


FIG. 2.

« chaient souvent la source de leur force motrice dans les eaux des « montagnes, où elles pouvaient utiliser des chutes relativement « élevées; elles n'avaient d'ailleurs besoin, le plus souvent, que « d'actionner des petits moulins n'exigeant que de faibles forces, « peut-être de 10 à 15 chevaux utiles; enfin, elles se contentaient

« d'utiliser le mieux possible, au point de vue de leur production, « le volume des eaux dont elles pouvaient disposer. Mais, depuis le « commencement du XIXe siècle, la force hydraulique a rencontré « un concurrent des plus sérieux dans la vapeur. La production de « la vapeur, en effet, ne subit pas les mêmes variations que la force « motrice hydraulique : avec la vapeur, il est possible d'utiliser « régulièrement les ouvriers et les outils de travail nécessaires à « une exploitation; au contraire, la force hydraulique se rencontre « dans des lieux dont la situation est peu favorable quant aux « moyens de transport. Il faut ajouter à cela que la concentration « des machines à vapeur dans des usines importantes permet d'as- « surer une exploitation à prix relativement modéré, si l'on fait « usage des machines les plus perfectionnées. D'ailleurs, bien que « le charbon ou tout autre combustible employé pour le fonction- « nement des machines soit tiré en grande quantité des entrailles « de la terre *sans y être remplacé*, la génération actuelle se préoc- « cupe fort peu de l'éventualité de l'épuisement des gisements con- « sidérables de houille, et nulle préoccupation de ce genre n'entre, « pour ainsi dire, à présent, en ligne de compte dans la comparai- « son entre l'emploi de la vapeur et celui de la force motrice hydrau- « lique. »

« Ne croyait-on pas, il y a quelques dizaines d'années encore, non « seulement chez les profanes, mais encore dans les milieux com- « pétents, que l'utilisation de la force hydraulique, à cause de tous « les inconvénients signalés ci-dessus, était une conception suran- « née, en face de l'utilisation de la vapeur, si mobile, si avanta- « geuse, toujours à la disposition de celui qui en a besoin! *Pour- « tant il s'est produit tout récemment un revirement complet dans « cette opinion, pour les motifs qui seront indiqués ci-après*, etc. »

Ces paroles furent prononcées à une conférence tenue à Aix-la-Chapelle devant la Fédération des Sociétés d'architectes et d'ingénieurs allemands, sous le titre : *les Cours d'eau en pays de montagnes, leur correction.*

Peut-être prétextera-t-on que nous avons affaire à quelque savant théoricien; aussi il est intéressant de rapprocher de ce dire l'opinion, sur cette question, d'un économiste, membre de l'Institut de France :

« *L'homme arrive seulement à tirer parti d'une énergie constante*

« *que lui offre la nature, les chutes d'eau et par l'électricité...* »

Et encore : « *La houille, une des sources d'énergie employée jour-* « *nellement, a mis des centaines de siècles à se constituer; elle se* « *consomme une fois pour toutes, et son épuisement sera limité.* »

Ainsi s'exprime M. Paul Leroy-Beaulieu, dans *l'Économiste Français* du 2 mars 1901.

J'ai à peine besoin d'ajouter que toutes les considérations précédentes sont applicables à *tout le territoire français* sur lequel la houille verte est plus régulièrement répandue que la houille blanche. Si le cadre de cet ouvrage de vulgarisation nous confine dans une région de l'Ouest de la France, bien connue de moi, la démonstration de la possibilité de l'utilisation des basses chutes d'eau pour la production de l'énergie électrique, par les exemples si nombreux et si variés que je vais produire, peut profiter à tout le monde.

Pour pratiquer l'électricité, il faut des électriciens, et c'est par leur connaissance que nous allons commencer au chapitre suivant. Ceux-ci ne sont pas des coloristes de houille hydraulique, ils l'emploient, c'est encore mieux.

CHAPITRE II

LES ÉLECTRICIENS DE LA RÉGION NORMANDE

Ce sont les gagne-petit de l'électricité que je vais présenter au lecteur, puisqu'il ne s'agit ici ni d'usines de milliers de chevaux, ni de gros capitaux engagés : une station centrale dans un chef-lieu de canton de 1.500 habitants ne dépasse guère au total 60.000 francs de frais de premier établissement. Il n'en est pas moins vrai que nos électriciens font généralement de bons petits bénéfices et rien qu'avec l'éclairage ; je n'en veux d'autres preuves que la persévérance avec laquelle ils établissent une seconde, puis une troisième station quand la première leur en a procuré les ressources, prouvant qu'on peut aussi bien faire fortune ainsi qu'en élevant des... lapins !

La plupart encore sont pourvus de quelques concessions en réserve ; cependant quelques-uns risquent gros jeu. On sera frappé par la suite, comme je l'avais été moi-même, du nombre déjà fort grand des transports d'énergie à des voltages élevés, et je venais d'apprendre la mise en marche du transport de Thury-Harcourt (Calvados), franchissant 14 kilomètres pour atteindre Aunay-sur-Odon... mais non pas sans quelques hésitations primitives du directeur, qui avait bien voulu m'en faire la confidence précédemment. En effet, homme prudent, il ne s'était décidé qu'après avoir contracté une assurance pour les risques courus par les tiers sur les routes longées par sa ligne. En ceci, il fut fort sage, mais j'en concluais que les autres, sans cette précaution en pareille circonstance, étaient bien imprudents ; la morale de Perrette et son *pot au lait* est encore vraie quand il s'agit de... *poteaux laids!* Qu'un choc

ou un coup de vent violent renverse un de ces poteaux, c'est la mort de l'homme ou de l'animal que les fils auront atteint.

Je causais, certain jour, avec un des exploitants des hauts voltages de la région normande, de ses risques, lui faisant sentir combien il était délicat pour son modeste capital d'être exposé à un accident toujours possible, et il me disait : — « Figurez-vous qu'une fois, de grand matin d'hiver, deux poteaux consécutifs de ma ligne à 5.000 volts ont été renversés par un coup de vent, bien que je veille moi-même à leur conservation, principalement celle du *pied;* les fils ont retenu les poteaux en travers de la route sans se briser, et la lumière continuait à arriver sans que nous pussions nous douter de rien. Mais une vieille bonne femme est allée donner dedans et a eu le nez brûlé; si... » et je pensais déjà qu'il allait m'exposer que le nez d'une jeune fille, d'une fiancée peut-être pour laquelle c'eût été un capital, eût nécessité une indemnité plus sérieuse, quand continuant : « ... Si donc c'eût été un cheval! »

J'étais désillusionné, bien qu'à n'en pas douter la somme à verser eût été bien plus forte, puisque l'on sait que le cheval résiste bien moins que l'homme au choc du courant électrique ; enfin le cocher ne devait pas manquer de se porter au secours de son cheval renversé et peut-être d'y passer aussi avec mieux qu'un nez rôti ; les voyageurs arrivaient à son secours... etc. !

S'est-il assuré depuis? Je l'ignore. Mais, au demeurant, ce sont tous de bien braves gens, que ces pionniers pratiquants d'une science née presque d'hier et partout fort bien accueillie par les municipalités, dont la population est trop modeste pour avoir tenté l'éclairage par le gaz. N'oublions pas que le nouvel éclairage répond au double besoin de la voie publique et des pièces les plus intimes, jusqu'à la chambre à coucher.

J'avais découvert l'établissement de l'éclairage électrique à Putanges (non loin d'Argentan) sur l'Orne, après avoir dressé la carte de l'Orne que nous trouverons au chapitre XIII, et en effet cette station était plus récente que le recensement qui avait servi de base à cette première étude des forces hydrauliques du département. Lors de ma première visite, l'usage de la turbine était partagé entre un moulin à blé (à gauche) et le pavillon pour les dynamos (à droite). L'on marchait ensemble ou successivement selon la suffisance du débit, mais, le meunier ne tenant pas toujours compte

des engagements pris, il arrivait que, pendant les époques de sécheresse, l'eau se trouvait *courte* à l'heure de l'allumage. Pour couper court à cet état de choses, le directeur actuel se rendit acquéreur du moulin et put expulser son peu consciencieux voisin. C'était un premier progrès; puis il découvrit qu'un ancien moulin à tan, ayant son canal d'amenée particulier, avait autrefois profité du même barrage; finalement il se trouva à la tête d'une soixantaine de chevaux, force dépassant les besoins journaliers (ou plutôt nocturnes, puisque, le jour, l'eau se perd) de ce chef-lieu de canton d'environ 700 habitants. Il cherchait donc à étendre son industrie, et un bon... courant nous fit nous rencontrer.

Les circonstances se montraient, en effet, favorables pour un essai agricole, dans le genre de celui de l'Est, qui a fait la réputation du feu père *Watteau*, le maire d'Agnicourt, essai qui n'est plus le seul dans la contrée. Des fermes importantes adonnées à l'élevage, des cultivateurs et propriétaires fort aisés, un petit haras même, entourent Putanges dans un cercle de moins de 5 kilomètres. Puis surtout *on avait vu l'électricité*, on ne la craignait plus, on la désirait. Profitant d'un comice agricole, une conférence fut organisée et elle eut lieu sous la présidence de M. le conseiller général. L'établissement de l'électricité facilitait les projections et bien des vues photographiques que j'avais prises dans l'Orne et les départements voisins (Domfront, Mortain, Ducey, Thury-Harcourt, Vire) parurent intéresser l'auditoire par leurs exemples d'emplois hydro-électriques.

Un banquet terminait cette réunion, sous la présidence du très sympathique maire de Putanges, un des zélés propagateurs des usages de l'eau. Cependant notre arrivée n'avait pas été sans soulever quelque crainte pour le bon renom de la *houille verte*, non pas qu'elle fît défaut; il y en avait trop au contraire! On se souvient des pluies du commencement de février 1904 et des inondations qui incommodèrent fort les communications dans Argentan même; de mémoire d'homme on n'avait vu tant d'eau dans la rivière de l'Orne. Du chemin de fer, nous avions vainement cherché des yeux le lit de la rivière au milieu des vastes étendues de prairies inondées. Resterait-il une chute? Et puisque cet établissement n'avait ni accumulateurs, ni moteur auxiliaire, que ferait-on le moment venu? La lampe à projections étant à bas voltage avait bien fonctionné; mais,

pour se mettre à table, il fallut se résoudre à allumer des candélabres; c'était franchement humiliant pour de sincères partisans de la *verte*.

Je n'ai pas encore eu occasion de dire que la distribution était ici à 3 fils; en temps ordinaire il y a 220 volts entre les fils extrêmes et par conséquent moitié, soit 110, entre un des fils de la ligne et le fil de retour à l'usine, dit aussi compensateur. Mais, puisque la force manquait, on ne dépassait guère 60 volts, la lumière était jaunâtre; de pauvres veilleuses s'ajoutaient aux luminaires de nos pères!

Parmi les convives se trouvait le directeur de l'usine électrique de Vire. Il eut l'heureuse inspiration d'engager à prendre le courant destiné au service de l'hôtel sur les fils extrêmes; un homme montait sur le toit, les réunissant par un bout de fil tordu, et tout l'hôtel de resplendir, de la salle du banquet à l'office! C'était à qui soufflerait les fameux candélabres. Cet incident, on le comprendra, ne pouvait qu'élever le voltage de... la bonne humeur, et au moment des toasts la *verte* ne fut pas oubliée.

Pour terminer, un dernier souvenir : dans une de mes excursions, je rencontrai certain jour un tout jeune homme qui, ayant eu connaissance de ma campagne en faveur de la *houille verte*, me demanda à brûle-pourpoint à entrer dans une école d'électricité.

Il y en a certes dans les grands centres, mais toutes sont généralement fort coûteuses ; je remettais donc ma réponse, voulant encore m'assurer auprès de son père, qui habitait dans mes environs, de la réalité de cette vocation naissante. La fée Électricité l'avait charmé, me fut-il répondu, et, ses études primaires étant terminées, le père aussi désirait le voir adopter un état, entrer en apprentissage. Je me souvenais alors de mes connaissances, les électriciens, et j'écrivais à quelques-uns d'entre eux; la réponse ne se fit pas attendre, et justement le brave garçon dont je narrais ci-dessus l'aventure avec le... nez d'une vieille femme acceptait l'offre faite; son industrie se développant, il avait besoin d'un petit commis et, huit jours après, mon jeune homme était chez son patron et comme apprentissage débutait avec du courant à 5.000 volts! J'ai eu depuis la bonne fortune de savoir tout le monde satisfait; cela s'appelle faire deux heureux d'un coup, sans oublier moi-même, qui préparais ainsi à la contrée un futur électricien élevé dans la pratique.

D'autres cependant étaient un peu mieux préparés à l'avenir qui les attendait, et un exemple peut encore venir à l'appui de ce dire.

Un jeune homme se prépare à l'École centrale, puis, retardé par son service militaire, entre, en le quittant, dans une École de Commerce, d'où il passe par une maison de commission exportant, principalement aux Antilles, du matériel électrique (exportation française peu attendue...). Le métier le séduit, il s'y perfectionne et un beau jour il entreprend l'installation de l'électricité du Moulin... Rouge! Parfaitement! Rouge, à Montmartre, et sur les boulevards extérieurs; il est vrai que, depuis, il a fait, comme on va le voir, amende honorable aux moulins de la houille verte.

Il se fixe ensuite dans une des grandes villes de la région Normande et y établit des îlots... électriques (on entend par là des quartiers ou plutôt des pâtés de maisons enserrées dans une limite de rues); mais l'usine à gaz le bat en brèche, il se voit obligé d'abandonner l'affaire. Cependant il avait pris racine dans le département de l'Eure et devait finir par y rencontrer sa bonne étoile. Le maire de la Ferrière-sur-Rille assistait, non sans un peu de jalousie, à l'établissement de l'électricité à Beaumont-le-Roger (ces deux stations centrales trouveront leur place dans l'Eure), grâce à une force hydraulique sur la Rille. Un phénomène d'attraction se produit : notre électricien déconfit et le maire bien intentionné se rencontrent, le pacte est conclu, et la Ferrière n'aura plus rien à envier à Beaumont.

En voyageant dans la contrée, il apprend que Rémalard et Mauves, chefs-lieux de canton sur l'Huisne, sont dans le même cas et ont à leur portée des moulins qui viennent de fermer; il en devient l'acquéreur. Il a remis l'un d'eux en activité depuis un an à peine, et la concession lui est déjà accordée pour utiliser pareillement le second. Cette fois-ci, il est dans le bon chemin, et sa persévérance est récompensée par la réussite d'un îlot à Paris même, dans le quartier de l'avenue du Bois-de-Boulogne ; il y alimente 2.000 lampes et charge les accumulateurs de 25 voitures automobiles, par jour, environ, sans employer... la houille verte, est-il besoin de le dire. Mais de là il va rayonner de nouveau, et, dans l'Orne même, à égale distance à peu près de Rémalard et de la Ferrière-sur-Rille, il fonde la station centrale de Moulins-la-Marche, en quelques mois à peine et toujours par l'eau. Demain, c'est Ambrière dans la

Mayenne qui lui devra son éclairage hydro-électrique, et ce n'est pas fini... Il est encore à la tête de l'usine électrique de Châteauneuf-sur-Loire (mais au charbon), qui compte 32 moteurs de petite industrie.

Comme je lui demandais quels étaient ses principaux moyens d'information pour atteindre si rapidement le but poursuivi : « Le pharmacien et l'agent voyer de l'endroit, me fut-il répondu, voilà les fortes têtes de nos chefs-lieux de canton ! » Je donne la recette pour ce qu'elle vaut, croyant cependant qu'il serait juste d'y ajouter le maître barbier ! (A ce point de vue, plus d'une localité en France pourrait s'appeler.·. *Séville.*)

J'émettrai au chapitre XI l'opinion que la réunion de pareilles bonnes volontés, doublées d'énergie, en un faisceau unique, leur serait doublement profitable à eux-mêmes. En premier lieu, la défense de leurs intérêts communs pourrait se centraliser par ce moyen entre des mains plus capables et plus sûres ; un secours apporté à temps à une entreprise chancelante peut, grâce au concours des autres entreprises en pleine prospérité, la sauver d'un embarras qui n'était que passager. En second lieu, comme l'a si bien fait sentir M. Paul Leroy-Beaulieu, dans certains articles de *l'Économiste français*, qui seront reproduits plus loin (chap. XI), les capitaux se montreraient vraisemblablement moins timides à leur égard. Les électriciens sont actuellement isolés ; on ne sait même, la plupart du temps, où les trouver, car ils sont toujours en mouvement par le fait de la division de leurs affaires. Toutes les questions financières, versements, intérêts, etc..., se trouveraient du fait bien simplifiées. Finalement on jugera sans doute avec moi que tout le monde y gagnerait, propriétaires de barrage, populations rurales et industriels électriciens ; or, c'est l'essentiel.

CHAPITRE III

DE FIL EN AIGUILLE

J'habite, comme ces électriciens, moi-même la Normandie; mais, si j'en suis natif comme le rôtisseur, j'y suis devenu électricien comme le pâtissier.

Dans ma propriété de l'Orne existait une ancienne tréfilerie de cuivre, en chômage depuis vingt-cinq ans; une grande partie des bâtiments avait été jetée bas, la chute d'eau avait été maintenue.

Cette tréfilerie avait eu des jours heureux, comme on le verra par la suite; disposant d'un débit assez constant de l'Iton et d'une importante retenue d'eau, elle avait été jusqu'à établir deux roues hydrauliques, et j'avais encore fait exécuter quelques tours à l'une d'elles, bien que déjà branlante; on peut en distinguer les aubes sur la photographie (*fig.* 4) prise en 1879.

En 1900, j'assistais aux travaux précédant l'Exposition universelle et j'étais frappé du rôle important que jouait en cette circonstance la fée *Électricité;* on l'employait à la manutention de tous les arrivages; à peine les fermes métalliques étaient-elles dressées que des câbles de cuivre bien isolés s'accrochaient partout, distribuant le courant pour l'éclairage et les moteurs, grâce à des prises de courant primitives : deux plaques de cuivre serrées par un écrou! L'Exposition ouverte, une section importante me séduisait encore par l'accouplement de ces deux mots magiques, *hydraulique* et *électricité;* enfin, des voyages en Suisse, bien qu'antérieurs, m'avaient montré des exemples, bien modestes, d'exploitations *hydro-électriques* (le terme n'est pas ancien non plus). Mon parti était pris; mais

comment apprendre l'électricité pratique? Avant d'arriver au résultat que représente la photographie (*fig.* 4), intéressante à rapprocher de la figure 3, quand on sait qu'elle fut faite vingt et un ans après, il me fallait devenir électricien, ne fût-ce qu'à titre d'amateur.

Avant de fixer mes idées sur l'expression la plus simple et la plus pratique, c'est-à-dire ce tout petit pavillon de 5 mètres de long sur 2 de large, surélevé sur les murs mêmes d'un des

N. B. — Il est entendu une fois pour toutes que les photogravures qui ne portent aucune mention spéciale ont été prises par l'auteur lui-même.

FIG. 3. — L'Iton à Chandai. — L'ancienne tréfilerie en 1879.

deux anciens coursiers, pavillon ayant une seule porte et une seule fenêtre, je devais chercher à m'approprier les premières notions du monteur électricien. J'étais bien décidé en effet à n'employer que mes bonnes gens de la campagne : menuisier, charron, forgeron, maçons, exploitant d'une scierie à vapeur voisine pour la partie mécanique, et nous avons réussi. J'ai reçu seulement trois fois les conseils du contremaître d'une grande usine du voisinage dont toute la transmission se fait par l'électricité; si j'insiste sur ce fait, c'est uniquement dans le but de faire sentir combien les craintes que peut faire naître l'emploi de l'électricité sont peu justifiées.

J'habite aussi Paris une partie de l'année, en face d'un garage de voitures automobiles; j'avais vu de mes fenêtres le développement de cette Compagnie qui a suivi le mouvement ascendant de l'automobilisme : simple hangar tendu d'une serpillière grise, dans lequel, au début, son propriétaire faisait remiser les primitives bécanes, il eut, un des premiers, l'heureuse inspiration d'établir une prise de courant publique pour la charge des accumulateurs. L'exemple a été suivi depuis. Ceci se passait en 1897; aujourd'hui, on y compte

FIG. 4. — L'Iton à Chandai. — Le nouveau pavillon hydro-électrique pour l'éclairage du château des Masselins, en 1900.

80 postes de charge, et notre propriétaire est le directeur d'un personnel de 150 *wattmen*, 25 électriciens, peintres, selliers, plus 50 mécaniciens, car on y construit les voitures électromobiles de toutes pièces (*fig.* 5).

Avec mes idées en tête, c'était une bonne aubaine, et directeur et électricien en chef furent des plus accueillants pour ma vocation naissante : un refus, et peut-être la houille verte ne venait jamais au monde !

Je ne puis cependant oublier l'*instruction* si claire sur le *montage*, la *conduite* et l'*entretien* des dynamos, de MM. Sautter, Harlé et Cie, ainsi que les renseignements généraux concernant les instal-

lations électriques, par M. Adrien Bochet, tous grands vulgarisateurs de l'électricité par le fait. Me voici donc armé enfin pour le combat.

Mon installation hydro-électrique d'amateur, mais qui a fait ses preuves depuis cinq ans, devant venir à sa place dans le département de l'Orne, il est préférable de continuer notre fil pour... atteindre l'aiguille.

L'expérience que je venais de faire me semblait si heureuse et si simple que je cherchais d'abord à me rendre compte du nombre

Fig. 5. — Le garage et poste de charge de la Compagnie française des voitures électromobiles.

d'usines hydrauliques fermées dans mon voisinage et par conséquent aptes à se convertir avantageusement et agréablement à l'électricité. A cet effet, j'excursionnais sur les deux rives de l'Iton jusqu'à sa source; sur 21 chutes dans le département de l'Orne, dont j'occupais la dernière en aval, j'en trouvais 10 en activité et 11 en chômage. Mais quel pouvait être le total des usines hydrauliques de l'Orne? Et dans quelle proportion avaient-elles subi ce même sort néfaste?

J'ai déjà dit dans la dédicace que je remontais alors à la source même de toutes les usines hydrauliques, non seulement de l'Orne, mais de toute la France : les archives de la Direction de l'Hydrau-

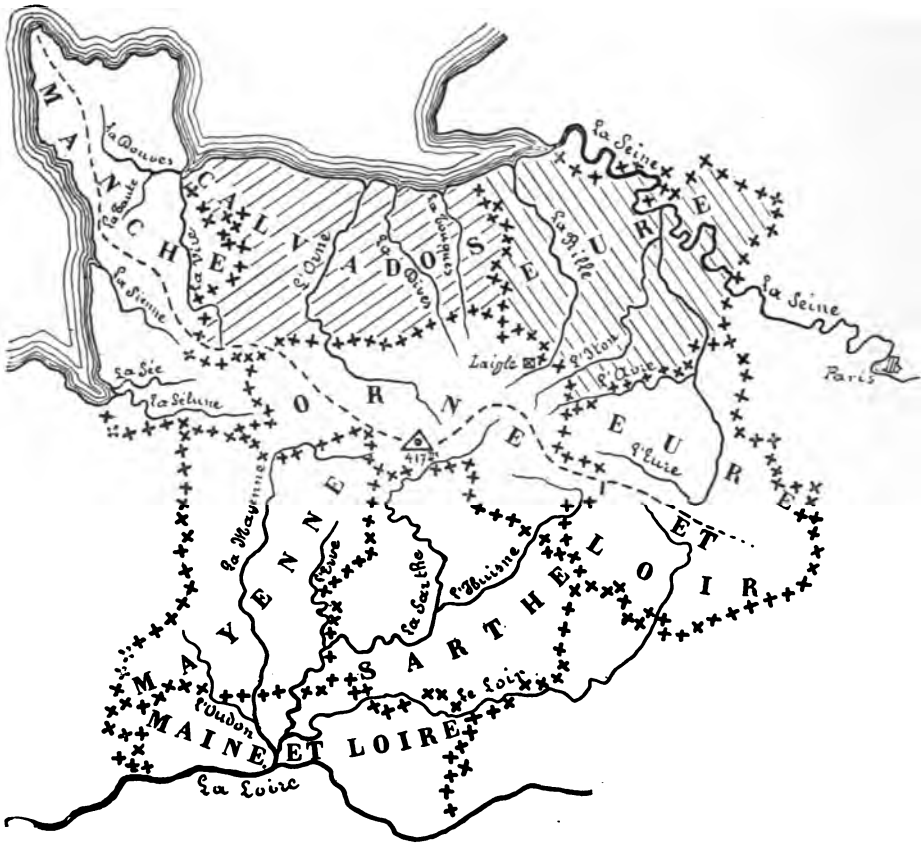
lique agricole du Ministère de l'Agriculture. Les éléments de la première de mes cartes hydrographiques, celle de l'Orne, que l'on verra au chapitre XIII, établie en 1902 et relevée aussitôt en termes flatteurs par *l'Économiste français* (10 mai), étaient en ma possession. Les encouragements obtenus par ce premier essai m'incitaient à dresser de la même façon celles des départements entourant l'Orne et contribuant à former une région naturelle dont les limites seront mieux définies par la suite; je termine la dernière, celle du département de l'Eure, cette année même.

FIG. 6. — Le signal de la forêt d'Écouves (417 mètres d'altitude; point culminant du nord-ouest de la France).

C'est donc le résultat de quatre années de recherches continue que je présente sous ce vocable de « houille verte ».

Si les cartes de cette sorte présentent toujours un plus grand avantage de clarté qu'un texte, elles ont le défaut de ne pouvoir représenter longtemps une situation cependant exacte au moment où elles furent dressées, et l'on peut affirmer, sans crainte de démenti que, depuis l'empire romain, la carte de l'Europe a été modifiée plusieurs fois. Puis dans cette question d'actualité sur les emplois hydro-électriques, les progrès sont foudroyants comme l'électricité elle-même. Les graphiques produits à la fin de ce volume ne permettront pas de doute à cet égard.

Un autre motif, uniquement géographique celui-ci, m'avait encore engagé à planter le drapeau de la houille verte dans le département que j'habite. Consultez une de ces cartes physiques de la France teintées selon les altitudes, vous constaterez peut-être avec



N. B. — La partie rayée indique les deux départements, dont la représentation graphique est légèrement différente des autres.

Fig. 7. — Tableau d'assemblage des huit cartes de la région normande.

un peu d'étonnement que le Perche constitue entre la basse Normandie et les anciennes provinces du Maine et de l'Anjou, un petit massif montagneux que le tableau d'assemblage ci-dessus dénote bien (*fig. 7*).

J'y ai désigné par un triangle le point culminant de cette suite de faîtes qui, se soudant aux collines du Morvan, va se terminer à

l'extrémité de la presqu'île du Cotentin; ce point se trouve dans le département de l'Orne et est connu sous le nom de *Signal de la Forêt d'Ecouves* (*fig.* 6). De cette altitude, cotée à 417 *mètres* au-dessus de la mer, au nord d'Alençon, on peut tracer un cercle avec un rayon de 250 kilomètres sans y rencontrer une cime plus élevée.

Le tableau d'assemblage de mes 8 cartes vient de nous révéler encore l'existence de ce réseau de rivières prenant toutes leur origine autour du point central culminant et s'épandant à travers les départements voisins; toutefois, elles n'ont pas une pente uniforme, et l'homme, depuis des siècles, a su tirer profit des accidents naturels du terrain, pour aménager les eaux à sa convenance, pour les précipiter au point où elles lui étaient nécessaires, sans pouvoir jamais les retenir. Je ne puis produire un meilleur témoignage de cet ancien usage de l'eau qu'en reproduisant les quelques documents suivants : on trouve dans les Archives de l'abbaye de Saint-Père de Chartres, dont dépendait alors une partie de l'Orne, à la date de 1101, le don que lui fit Robert (le nom de famille tel que nous le comprenons actuellement était un fait rare à cette époque) de l'église *Notre-Dame de Chandai* et du *moulin* qu'il possédait sur la *rivière d'Iton* (Bibliothèque nationale de Paris : *Documents inédits de l'histoire de France*, t. XVI, p. 534).

Fig. 8. — La Tréfilerie de Chandai, vers 1850 (dessin déposé aux Archives nationales de Paris).

Ce fait donne à l'usine en question une *existence légale;* on

doit entendre, par là, qu'elle a été construite antérieurement aux lois abolitives du régime féodal ou qu'elle a fait l'objet d'une vente nationale. Sur un cours d'eau navigable, la définition ne serait pas la même; mais ce serait soulever ici la question prématurément.

Je fais précéder ces lignes d'une première image (*fig.* 8) de la tréfilerie de Chandai dont j'ai pu relever partiellement les destinées, grâce à des preuves irréfutables; l'ancien moulin à blé devenait papeterie en 1733, avec le titre de fief féodal; en 1788, l'industrie

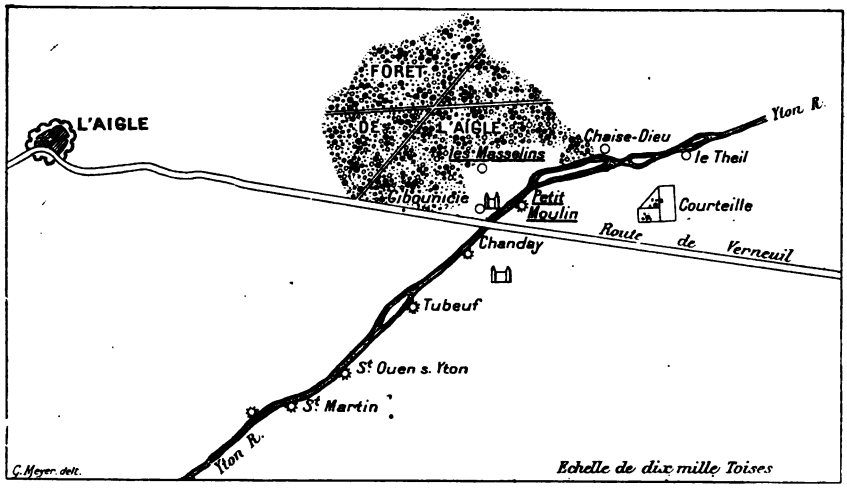


FIG. 9. — Extrait de la carte de Cassini à la fin du XVIIIe siècle.

du cuivre y faisait son apparition et la Révolution, émancipait cette usine, qui devenait le bien propre du locataire ; il la rachetait moyennant « le remboursement de la rente foncière de 255 livres ». Sous l'Empire, elle gagnait une médaille d'argent de 1re classe à l'Exposition nationale de 1806 et s'adonnait à la tréfilerie du laiton pour les fabriques voisines d'aiguilles et d'épingles; elle allait alors chercher la matière première jusqu'en Russie. Une de ses plus curieuses exportations fut un chargement complet d'anneaux de cuivre (80.000, m'a-t-on affirmé) à destination du Maroc et de l'Algérie, à l'effet de parer... les jambes des belles négresses.

L'extrait de la carte de Cassini, terminée à la fin du XVIIIe siècle, montre bien son emplacement tel qu'il est encore actuellement,

mais avec le nom de *Petit-Moulin*, sous lequel cette usine est encore connue dans le pays (*fig.* 9).

Notre aiguille est... enfilée et il ne nous restera plus qu'à coudre cette longue soutache de l'*hydro-électricité* sur cette trame de huit départements de la région Normande, commençant après l'Orne, par le sud-est avec l'Eure-et-Loir, la Sarthe, la Mayenne, pour remonter par la Manche vers le nord et clore ce cycle par le Calvados et l'Eure. C'est l'objet de la seconde partie de cet ouvrage.

FIG. 10. — Le château des Masselins-Chandai (Orne) et la *houille verte*.

Je rapproche des diverses vues précédentes relatives à... la naissance de la houille verte et particulièrement de la vue de la petite usine hydro-électrique de Chandai (*fig.* 4) une vue de l'autre extrémité de la ligne, celle de l'utilisation (*fig.* 10), faisant sentir le contraste que nous retrouverons bien souvent par la suite entre le modeste réduit qui abrite turbine et dynamo et le lieu de l'emploi de l'énergie électrique.

CHAPITRE IV

CONSIDÉRATIONS HYDROGRAPHIQUES

Avant d'aborder l'étude même de chacun des départements dont nous venons de donner l'énumération, il est essentiel de chercher à se rendre compte de l'importance des cours d'eau de la région ; c'est en effet en grande partie de l'abondance et surtout de la régularité du débit de la rivière sur laquelle se trouve une usine hydraulique, que dépendra sa puissance, sa *consistance* pour employer le mot technique. Ce chapitre est donc consacré à l'étude de l'eau dans la région qui nous occupe.

Mais cette eau elle-même, d'où vient-elle ? De quoi se compose-t-elle ? Les chimistes désignent l'eau par la formule H^2O, ce qui veut dire un corps composé de 2 volumes d'hydrogène pour 1 volume d'oxygène, et il est permis d'affirmer que sa présence sur notre globe est fort ancienne, en n'invoquant même qu'un témoignage : le déluge. Nous allons considérer cette eau sous un autre point de vue : la force hydraulique, qui n'est encore que l'application d'un principe important de la physique, la pesanteur des corps. Et n'est-il pas merveilleux de voir cette pauvre petite goutte de liquide créer, sous l'influence de la gravitation universelle, des milliers de chevaux utilisables ; mais, pour cela, il faut que ces gouttes se réunissent en grand nombre, appliquant ce principe : *l'Union fait la force !*

Que ce soient les gouttes d'eau qui tombent inopinément d'un nuage orageux de l'été, ou se succèdent avec cette persistance des pluies d'hiver ; que ce soient ces gros flocons blancs et légers qui iront garnir les sommets inaccessibles des plus hautes montagnes

du globe, c'est toujours des immensités sans fonds connus de l'Océan que la goutte nous arrive, après avoir été en quelque sorte aspirée par l'action solaire. Glaciers et forêts nous la rendront ensuite tous deux dans des conditions diverses, mais plus favorables à son utilisation. Puis, après ce court repos, elle se remettra en marche, pour aller du ruisselet au ruisseau, du ruisseau à la rivière, au fleuve, et retournera finalement rejoindre ses sœurs au sein de la grande mer ! Quelle admirable leçon d'harmonie et de persévérance nous donne la nature !

Après sa chute sur la surface d'un bassin, l'eau peut subir différents arrêts avant d'en gagner le *thalweg ;* le principal de ceux-ci est la forêt que l'on a encore si pittoresquement surnommé *la Grande Bienfaitrice.*

Or, dans les départements qui dépendent de la *Suisse normande*, nous sommes relativement riches en forêts, et c'est là un avantage qu'il importe de constater : l'Eure en a 113.584 hectares; — la Sarthe, 87.940 ; — l'Orne, 83.195 ; — l'Eure-et-Loir, 59.461 ; — la Mayenne, 28.286 ; — le Calvados, 28.231 ; — la Manche, 20.773.

Sur les terrains perméables, l'eau de pluie est retenue quelque temps, à la surface, au grand avantage de la régularité du débit des cours d'eau. Sur les terres imperméables, au contraire, on constate des périodes alternatives de crues gênant l'écoulement de l'eau en aval de l'usine, et de pénurie d'eau la privant du volume nécessaire à son moteur.

Au point de vue géologique, nous sommes là, au centre d'une des régions les plus intéressantes, sans contredit, de la France. Nous y trouvons, juxtaposées, presque toutes les roches qui ont constitué notre sol. A l'ouest, y aboutissent, pour en couvrir la majeure partie, les masses granitiques et schisteuses, qui ont formé la Bretagne et le Cotentin, et dont l'influence, plutôt mauvaise, se fera sentir sur le régime des eaux qui les traversent, par suite de l'absence de la nappe d'eau souterraine représentant toujours un élément régulateur : la Vire, l'Orne, dans la plus grande partie de son cours, la Mayenne et même un peu la Sarthe subissent cette influence. Puis vient une bordure assez étroite de terrain jurassique, lias et oolithe, avec notamment la campagne de Caen et la campagne d'Alençon. Cette bordure se continue tout autour du bassin de Paris, pour former un des anneaux de ce grand *huit*

jurassique (le second tourne autour du Massif Central) révélé par Élie de Beaumont. Viennent les roches crétacées, qui se développent sur les pentes du pays d'Auge, du Lieuvin et du Perche; et, en dernier lieu, les roches tertiaires : éocène, avec le Thimerais et le pays Chartrain, entre l'Huisne et le Loir, pléiocène, avec la Beauce et le commencement de la haute plaine d'Orléans, pour de là descendre dans la dépression du bassin parisien.

Fig. 11. — Les rochers de Han et la Vire près Torigni (Manche).

Après la composition du sol, sa déclivité entrera comme un élément essentiel, mais non variable comme le débit, puisqu'il déterminera la hauteur de la chute, dans la consistance de toute usine hydraulique. En voici un rapide aperçu. Un premier groupe de collines se trouve à quelque distance d'Alençon : signal de la Forêt d'Écouves, 417 mètres; mont des Avaloirs, 415 mètres; mont Margantin, 370 mètres. Puis viennent : le mont du Saule, 337 mètres; les monts d'Amain, 309 mètres, et les hauteurs de 321, 303 et 287 mètres, d'où s'écoulent la Touques, l'Avre, l'Eure et l'Huisne. Entre ces hauteurs, disposées sur un espace relativement restreint, s'ouvrent des vallées parfois profondément encaissées d'une grande fertilité, parce que toujours bien arrosées.

Pour plus de détails, je renvoie, à ce point de vue tout spécial, aux articles parus dans les *Bulletins de la Société de Géographie* du

15 juin 1903, du 15 février 1904 et du 15 février 1906, articles également accompagnés de mes cartes et de mes graphiques.

A la suite des altitudes principales, les cotes les plus basses. On les relève sur les trois grandes limites naturelles fixées à cette étude : la mer de la Manche, la Loire et partiellement la Seine, tandis que le plateau de la Beauce rattache cet ensemble à la partie centrale de la France. Les cartes produites par la suite signaleront ces faibles altitudes sur le rivage du Calvados, plus élevé cependant, par suite des falaises, que les embouchures de la Vire et

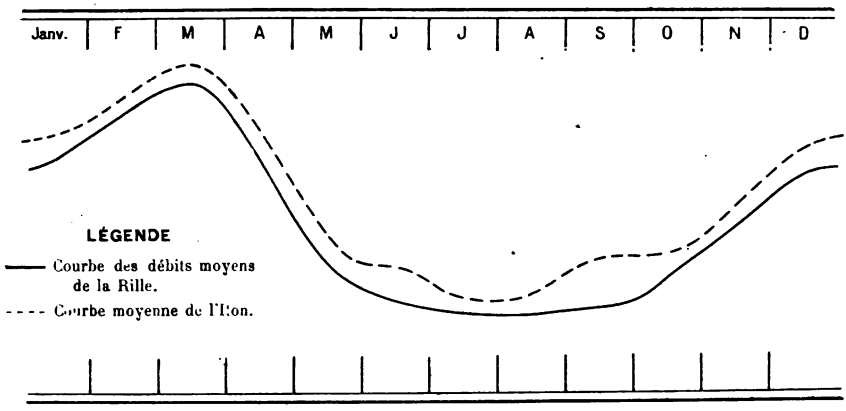
Cliché David, à Clécy.

FIG. 12. — Le viaduc de Clécy et les rochers à Hôm dominant la rivière de l'Orne (Calvados).

de la Taute à l'ouest et que celles avoisinant la Seine, à l'est ; elles varient ici entre 60 et 40 mètres. Dans l'Eure, aux environs de Pont-Audemer, on ne dépasse pas 9 mètres au-dessus de la mer. Mais c'est surtout sur la Loire que cette situation se fera le mieux sentir avec la cote de 12 mètres, en aval d'Angers, point cependant encore fort éloigné de la mer.

Entre ces extrêmes, les chutes utilisées se répartissent suivant les accidents du terrain. Les plus élevées se tiennent assez serrées et un peu à l'ouest du point culminant de la région (*fig.* 7) ; ce sont celles de Mortain, 14^{m},50 ; Saint-Hilaire-du-Harcouët, 12^{m},50 ; Vire, 12 mètres ; toutes usines hydro-électriques ; une filature, dans

l'Orne, dispose encore d'une chute de 12 mètres donnant 75 chevaux; toutes celles-ci sont naturellement pourvues de turbines. Puis les hauteurs de chutes courantes de 4 à 5 mètres se rencontrent dans la région du Cotentin, du Mortainais, et les parties nord de la Mayenne et est de l'Orne. Après cela, la hauteur de 2 mètres devient une moyenne très répandue et, pour descendre à 1 mètre de chute, sans oublier de constater le voisinage assez proche des embouchures des rivières dans la mer de la Manche, ou les confluents des trois principales rivières au sud, Eure-et-Loir, Sarthe et Mayenne. Comme suite à ces diverses observations on peut



(Extrait de la *Géographie*.)

FIG. 13. — Comparaison des débits d'une rivière pourvue d'un régulateur (étang) à son origine et d'une autre qui en est dépourvue

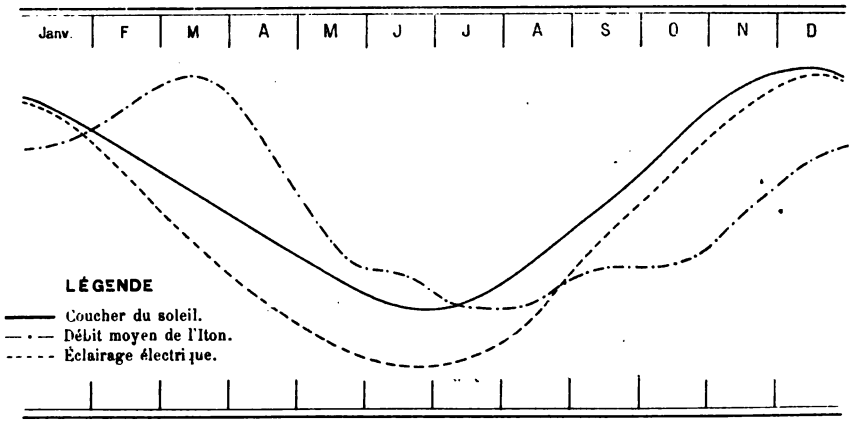
(Les lettres désignent les douze mois de l'année.)

encore mettre en évidence, au moyen d'un graphique (*fig.* 13), certaines influences géographiques sur les débits d'un cours d'eau. Rapprochant de la courbe produite (*fig.* 1) au sujet de la définition de la houille verte, courbe qui est celle de la rivière de l'Iton dont les eaux traversent à leur origine un grand étang, celui de la Trappe, dans la forêt du même nom, la courbe des débits de la rivière voisine, la Rille, dont le bassin absolument parallèle est exposé aux mêmes phénomènes pluviométriques, l'on voit que le creux de la sécheresse, dont il a déjà été question au chapitre I est plus accentué pour cette dernière rivière qui n'a ni étang, ni forêt près de sa source.

Ces courbes (*fig.* 13) sont tracées l'une et l'autre grâce aux docu-

ments fournis par une Commission scientifique qui fonctionna dix années dans le département de l'Orne ; des stations pluviométriques furent établies sur différents points du département et jusque dans les forêts de l'État ; des observations de débits étaient encore faites à époques régulières, mais on ne disposait pas alors des appareils enregistreurs perfectionnés de nos jours.

Pendant que nous avons cette courbe de l'Iton sous les yeux, une autre déduction est intéressante à en tirer, et c'est l'objet du graphique (*fig.* 14) : le trait plein représente l'heure du coucher du soleil suivant le calendrier ; nous voyons apparaître l'heureuse



(Extrait de la *Géographie.*)

FIG. 14. — Relation entre les débits de l'Iton et l'éclairage électrique.
(Les lettres désignent les douze mois de l'année.)

relation entre la courbe des rivières dites de la « Houille verte », signalée chapitre I, et cette deuxième courbe ; c'est déjà démonstratif ; mais ce fait recevra une nouvelle confirmation par le tracé de la courbe inférieure dite « *éclairage électrique* ». Comme celle du coucher du soleil, elle indique l'heure à laquelle je fais mettre ma propre installation électrique en marche. La conclusion saute aux yeux ; les deux courbes sont encore en *relation directe*, c'est-à-dire montent et descendent en même temps ; il y a lieu d'observer pourtant que l'automne est moins avantageux que le printemps.

Mais je me suis donné une leçon à moi-même en traçant cette troisième courbe : en effet, elle prouve que, dans la belle saison, on peut attendre plus longtemps après le coucher du soleil un éclai-

rage, qui est, toute proportion gardée, bien moins nécessaire qu'en hiver. En décembre, j'en arrive même à faire mettre la turbine en marche précisément à l'instant où l'astre radieux, mais dont les rayons manquent de calorique, descend au-dessous de l'horizon.

Indépendamment de l'heure du commencement de l'éclairage, la quantité de lumière nécessaire aussi s'est accrue ; les escaliers et les corridors, d'autres locaux tels que : écuries, buanderie, pressoir, etc., où le travail peut maintenant se continuer à la lumière, quelques lampes à l'extérieur donnant même l'illusion de la ville,

Fig. 15. — L'étang de la Grande-Trappe, régulateur des débits de l'Iton à ses sources.

réclament le courant électrique. Mais l'on est alors sorti de la partie difficultueuse de l'été et les pluies qui m'obligeaient à rentrer, comme le capucin-baromètre que vous voyez à la devanture de tous les opticiens, rendaient aux sources alimentant la rivière l'abondance désirée ; donc la proportion en *intensité*, non visible sur ce graphique, reçoit encore satisfaction.

La digue qui a créé l'étang de la Trappe dont il vient d'être question (abbaye de la Grande-Trappe, près Mortagne), barrant un fond de la vallée sur une hauteur de 7 mètres, est un travail fort ancien. La contrée était jadis marécageuse et malsaine ; les Pères Trappistes, en submergeant cette partie de la vallée sur une longueur de

615 mètres et une largeur de 275 mètres, la rendirent salubre et habitable et y gagnèrent encore une chute qu'ils utilisent du reste assez faiblement; sur tout un côté, l'étang baigne le pied des hêtres séculaires de l'ancienne forêt (*fig.* 15). La photogravure suivante représente un autre travail hydraulique encore bien plus ancien dont il sera plus longuement question au paragraphe 12 du chapitre xx, en traitant le département de l'Eure, car il remonte au xiie siècle; ce partiteur (division d'une rivière entre deux dérivations) a été exactement maintenu de nos jours (*fig.* 16).

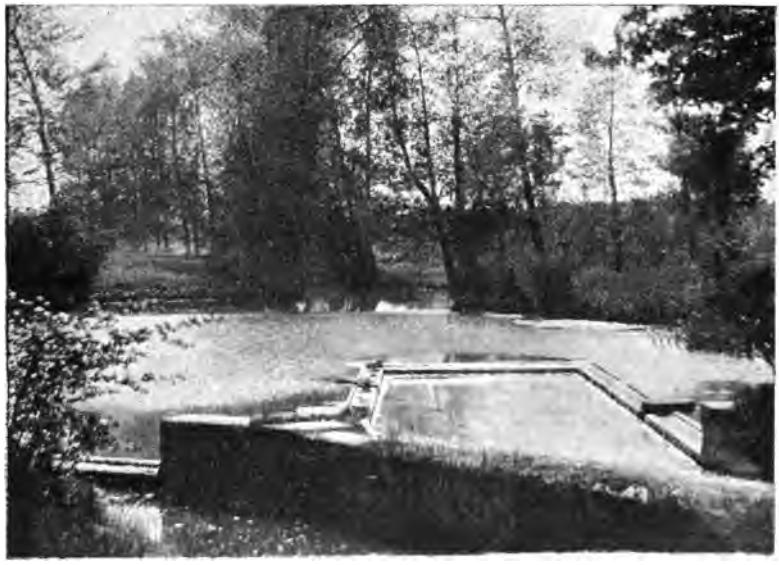


Fig. 16. — Le Becquet ou division de l'Iton en deux bras forcés (Verneuil-Breteuil), travail hydraulique commencé au xiie siècle par Guillaume le Conquérant.

Il ne nous reste plus qu'à donner par quelques chiffres une idée de l'importance, à la fois comme débit et comme utilisation éventuelle, des principales rivières de nos départements, étant expliqué que les chiffres des débits sont ceux qui ont été constatés soit à la dernière usine en aval du cours d'eau, soit à la dernière avant la sortie du département; ces chiffres se rapportent aux eaux ordinaires ou moyennes. Si le tableau offre des répétitions, il a l'avantage de relever ainsi plus d'observations et encore de montrer l'augmentation successive d'un cours d'eau. Quant aux longueurs des rivières, il sera toujours facile de les totaliser pour un cours d'eau.

QUELQUES DÉBITS ET LONGUEURS DE COURS D'EAU PAR DÉPARTEMENTS

NOMS DES COURS D'EAU	DÉBIT en LITRES	LONGUEUR en KILOMÈTRES
DÉPARTEMENT DE L'ORNE (970 *cours d'eau*)		
L'Orne	13.900	93
Le Noireau	5.110	35
La Mayenne	5.421	27
La Varenne	4.217	45
La Sarthe	4.327	82
L'Huisne	4.278	80
DÉPARTEMENT DE L'EURE-ET-LOIR (91 *cours d'eau*)		
L'Eure	5.250	143
L'Avre	1.600	34
Le Loir	»	92
L'Huisne	»	9
DÉPARTEMENT DE LA SARTHE (938 *cours d'eau*)		
La Sarthe	10.000	116
L'Huisne	8.000	76
Le Loir	10.000	15
La Braye	1.000	40
DÉPARTEMENT DE LA MAYENNE (1.496 *cours d'eau*)		
La Mayenne	6.900	73
La Varenne	2.600	13
L'Ernée	1.540	62
L'Oudon	3.000	47
L'Erve	1.700	57
DÉPARTEMENT DE LA MANCHE (820 *cours d'eau*)		
La Vire navigable	»	»
La Douves	3.900	69
La Tante	2.500	41
La Sienne	5.500	75
La Sée	3.000	57
La Sélune	3.600	79
DÉPARTEMENT DU CALVADOS (1.371 *cours d'eau*)		
L'Orne	13.500	73
La Dives	4.800	31
La Vie	2.200	23
La Vire	3.000	64
La Seulles	2.000	60
L'Aure	1.800	79
La Laize	1.600	35
DÉPARTEMENT DE L'EURE (141 *cours d'eau*)		
La Rille	11.200	104
La Charentonne	3.000	44
L'Eure	10.000	81
L'Avre	4.000	53
L'Iton	3.500	133
L'Epte	4.500	50
L'Andelle	5.200	25

Les chiffres du tableau qui précède sont conservés aux Archives du Ministère de l'Agriculture que j'ai été à même de consulter pour les cours d'eau non navigables ni flottables, comme il a été dit dans la dédicace. Ils donnent beaucoup plus de détails que nous n'en pouvons produire ici, aussi bien sur les rivières que sur les usines ; tels sont, outre les longueurs et les débits moyens, ceux

des grandes eaux, ceux de l'étiage, la longueur moyenne du cours d'eau, enfin la superficie des bassins.

Comme dans toute chose méthodiquement rangée, il a fallu adopter un ordre de classement pour ces cours d'eau petits et grands ; ce fut sans doute le travail de plusieurs générations de cet admirable corps des Ponts et Chaussées de France. Toutes ces rivières, tous ces ruisseaux ont leurs noms et quelquefois malheureusement des surnoms au risque de créer quelque confusion.

Le chiffre extraordinairement élevé de 1.496 rivières pour un

Cliché Lévy et ses fils, Paris

FIG. 17. — La rivière de l'Orne, vue des roches de Hôm, près Thury-Harcourt (Calvados).

département d'une superficie moyenne, comme celui de la Mayenne, montre à quel point la surface du sol exerce une influence sur le nombre des cours d'eau. Cette contrée est accidentée et creusée de nombreuses petites vallées généralement à sol de nature imperméable. Au contraire, le chiffre le plus faible, celui de l'Eure-et-Loir, 91 seulement, dénote la présence de grands plateaux et de plaines ; la perméabilité du sol diminue le nombre des rivières, mais elles sont alors plus importantes. Nous constatons une fois de plus le langage si clair des chiffres.

Mais on ne saurait trop répéter que la question la plus importante, et aussi la plus variable, celle des débits, a besoin d'être souvent revisée. Des modifications naturelles se font quelquefois

au détriment d'une rivière et en faveur d'une autre; d'autres sont le fait de la main de l'homme; au nombre de celles-ci sont les captages de sources pour les distributions d'eau de ville, bien grave question qui nous entraînerait en dehors du cadre de cet ouvrage. Mais ces réserves trouveront mieux leur place dans l'étude spéciale que nous ferons de chacun des 8 départements dont l'assemblage a été produit (*fig.* 8).

Cliché Foucaut, Dreux.

FIG. 17 *bis*. — Barrage sur la rivière de l'Eure. — Chute de Saussay.

La vue ci-dessus (*fig.* 17 *bis*) donne une impression très nette de la houille verte : basse chute et fort débit. Ce barrage est situé sur la rivière de l'Eure, l'une de celles, précisément, qui ont subi, dans le principal de ses affluents, l'Avre, les atteintes auxquelles je viens de faire allusion.

CHAPITRE V

DES UNITÉS HYDRO-ÉLECTRIQUES

Venant de dire, au chapitre III, comment j'étais devenu électricien, et même d'engager d'autres à suivre ce modeste exemple, quelques notions élémentaires d'électricité apprises à la pratique ne seront pas déplacées ici.

Il faut évidemment diviser les unités hydro-électriques en deux : unités hydrauliques et unités électriques ; cependant dans le langage courant on dit volontiers un *cheval hydraulique* donne 10 *lampes électriques* de 16 bougies.

Pour procéder avec ordre, faisons d'abord connaissance avec l'unité *cheval*, et il n'est pas inopportun de rappeler les grands avantages du système métrique ; le kilogrammètre est le poids de 1 kilogramme soulevé à 1 mètre en une seconde, et le *cheval-vapeur* est 75 fois ce travail. Disons encore qu'il faut compter 7 hommes ou 14 femmes pour remplacer le cheval, et sans trêve ni merci.

En pratique, la force s'évalue en kilogrammètres, et l'unité que l'on appelle *poncelet* représente 100 kilogrammètres et a pour formule H. P.

Une chute d'eau produit un effet analogue à celui d'une machine à vapeur ; en tombant, le litre d'eau, dont le poids est de 1 kilogramme, produit un kilogrammètre ; elle vaut donc celle de la vapeur, mais elle avait le grave défaut de ne pouvoir s'employer que sur place avant les découvertes de l'*électricité*.

La formule $\frac{q \times H}{75}$ sert à évaluer en chevaux une puissance hydraulique : autrement dit, (q) la quantité d'eau par seconde en

litres, ou débit, multiplié par (H) la hauteur de la chute en mètre, et ce produit divisé par 75. C'est à la portée de tout le monde.

On a encore aussi bien 75 litres tombant de 1 mètre en 1 seconde pour faire 1 cheval (celui-ci est alors du type de la houille verte, — basse chute), que 1 litre tombant de 75 mètres en 1 seconde (c'est alors le cheval du type de la houille blanche, — chute élevée). Nous ne trouverons pas un seul exemple du dernier type dans toute la contrée qui sera examinée dans la deuxième partie, tandis que les autres abonderont.

Passons à l'unité électrique : le *watt* est le produit de l'*ampère* par le *volt*. Demandez à un homme du monde s'il comprend cela : il vous répondra, 99 fois sur 100, qu'il a un vague souvenir d'avoir vu défiler des messieurs de ce nom-là pendant ses années d'études (*André-Marie Ampère*, — *Alexandre Volta*) ; que, du reste, il n'est pas électricien. Combien cependant sont devenus peu ou prou mécaniciens, depuis la passion de l'automobilisme. Ils ignorent vraisemblablement que la pratique de la houille verte est tout aussi facile, plus saine et bien moins dangereuse ; l'intérêt d'une telle entreprise ne serait-il pas aussi grand pour eux, et surtout plus profitable à la France, que de s'affubler en ours pour courir les routes, couverts de poussière !

Tâchons même de transformer nos chauffeurs en *wattmen ;* ce ne serait nullement à placer dans le chapitre des visions électriques, qui viendra à son tour ; la voiture électromobile existe et se multiplie rapidement dans les centres urbains ; elle rendrait aussi de grands services à la campagne dans un rayon déterminé, sans marcher à des vitesses exagérées, et tout le monde y gagnerait. On a bien vu une voiture de ce genre sur une des photographies produites (*fig.* 5). Or, à la campagne, le château et le moulin ayant été intimement liés à leurs origines sont voisins, puisque le droit d'établir un barrage relevait anciennement du seigneur de l'endroit, qui ne manquait pas d'en profiter pour lui-même. La transformation d'un châtelain en wattman n'est donc pas une illusion et peut se faire dans des conditions très avantageuses pour lui.

Revenons au watt, et il nous faut encore le relier à la force motrice par une formule ; cette relation est la suivante : 1 watt $= \frac{1}{736}$ du cheval-vapeur ; par conséquent, le cheval produit 736 watts.

L'appareil destiné à faire connaître le nombre d'ampères passant à tout moment dans la canalisation d'un circuit fermé alimentant soit des lampes, soit des moteurs, s'appelle l'*ampèremètre ;* le *voltmètre* indiquera la tension du courant en volts. On fixe d'habitude ces appareils de mesure sur un tableau de distribution en marbre pour bien les isoler; les figures 67 et 68 produites par la suite (chap. XIII) montrent les dispositions généralement adoptées; on peut donc dès maintenant regarder ces figures avec intérêt.

Pour faire encore mieux comprendre ces deux expressions courantes de l'ampérage et du voltage, et puisque ces deux témoignages (une photographie et le schéma) nous ont transportés en Normandie, j'ajouterai : quand vous achetez à boire chez un débitant, vous pouvez prendre un litre de boisson (cidre de table) ou d'eau-de-vie de cidre; le litre, c'est l'*ampère*, la quantité d'électricité; le *voltage*, c'est la qualité du liquide, l'*intensité* et, par conséquent, le danger. De même qu'avec la boisson on ne risque que l'indigestion, l'eau-de-vie vous grisera bel et bien. De 110 à 250 volts, c'est une démangeaison de plus en plus forte; à 500, c'est la paralysie quelquefois mortelle; puis au delà, l'électrocution pratiquée en Amérique sur les condamnés à mort.

Mais alors, pourquoi les hauts voltages? me demanderez-vous. C'est le moyen de franchir avantageusement les fortes distances, de faire passer beaucoup d'électricité par un fil sans risquer l'indigestion, c'est-à-dire de l'échauffer, le fondre, provoquer la possibilité d'incendie; en un mot, c'est l'équivalent de la *pression*. A Paris, tramways et métropolitain reçoivent le courant à 500 volts, et l'on tâche d'éviter les contacts avec les imprudents; dans les Alpes, en Amérique, on trouve des exemples de 30.000 volts et au delà!

Le voltage est déterminé par la fabrication de la dynamo, et le plus simple, n'ayant pas la prétention d'en construire, est de la commander à un bon fournisseur, puis de la faire tourner à la vitesse en vue de laquelle elle est construite (la mienne exige 1.800 tours par minute); c'est la tâche de la turbine, et il faut noter à l'avantage de cette dernière que, ne produisant aucun choc, comme les pistons des autres moteurs, la lumière est parfaitement régulière.

Cette idée du voltage, le premier et le plus indispensable élément de la science électrique, se révèlera encore par un exemple

qui vaudra sans doute de longues dissertations. Bien qu'il s'agisse encore une fois d'une expérience personnelle, il m'est d'autant plus facile de la citer que je m'étais mis... le doigt dans l'œil, comme le premier apprenti électricien venu.

Ce n'était pas plus loin qu'à Noël dernier; voulant faire une surprise en remplaçant, sur l'arbre traditionnel, les petites bougies pouvant être dangereuses et coulant sur tous les objets, j'avais fait l'acquisition, dans un bazar (car ils s'y mettent aussi, et c'est un signe des temps), de 5 petites lampes à 20 volts, devant être mises en tension, c'est-à-dire comme les grains d'un chapelet, à la suite l'une de l'autre. Mon secteur de Paris distribue, en effet, du courant à 100 volts ; or, elles dépensaient chacune 1,5 ampère, et je me demandais avec un peu d'inquiétude si la canalisation de l'appartement, le compteur lui-même, taxé pour un maximum de 5 ampères, allaient pouvoir supporter cette charge, car 5 fois 1 1/2 font généralement 7 1/2. Je n'étais qu'un naïf, un peu rouillé depuis mon travail d'électricien improvisé, et les choses devaient se passer tout autrement, *puisque les lampes étaient en tension!* Nous savons déjà, d'après la définition du watt, que : pour une lampe de 1,5 ampère à 100 volts on trouve 150 watts ($1,5 \times 100 = 150$); de même : pour 5 lampes de 1,5 ampère

Photo obtenue directement sur l'arbre de Noël allumé. H. B.

FIG. 18. — Cinq lampes à 20 volts en tension sur le courant à 100 volts du secteur de Clichy, à Paris. — Petit électromoteur à droite avec lampes en résistance dont une allumée.

à 20 volts on a encore 150 watts ($5 \times 1,5 \times 20 = 150$). Je n'avais donc plus rien à craindre pour mon compteur, ni pour ma canalisation, puisque cette dépense de 150 watts, l'équivalent d'une lampe de 50 bougies, ne sortait pas d'un cas prévu. Et, pour pénétrer au fond des choses, on peut considérer que la première lampe avait bien pris 1,5 ampère, mais n'avait pu retenir que 20 volts, en laissant 80 pour les suivantes ; la seconde en laissait 60 à répartir entre les trois dernières, et après celles-ci, la tension de 100 volts ayant reçu satisfaction, le compte était équilibré ; sans quoi, du reste, les lampes, mises par exemple en nombre moindre, n'eussent fait... qu'une flambée, malgré le vide à peu près parfait produit

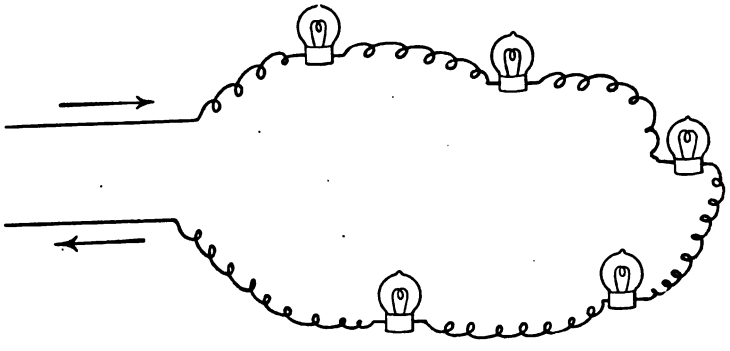


FIG. 19. — Lampes en tension sur voltage supérieur au leur et se le partageant.

dans l'ampoule de verre ; cette division du voltage ne les empêchait pas pour cela de s'allumer ensemble. Je n'insiste pas.

Il existe aussi une autre unité usuelle, le *watt-heure ;* c'est ce que consomme une lampe pendant un temps déterminé, par conséquent ce qu'il faudra débourser comme client d'une usine électrique ; nous trouverons l'*hectowatt* (100 watts) pour les lampes, et même le *kilowatt* (1.000 watts) pour les moteurs.

Il y a des compteurs enregistreurs pour l'électricité comme pour le gaz ou l'eau ; tandis que, pour diverses raisons, l'hectowatt-heure se paie 12 à 15 centimes à Paris (et c'est la consommation d'une lampe de 10 bougies pendant environ deux heures), on ne le paie que 2 centimes à Milan, le courant provenant cependant d'une usine hydro-électrique située fort loin de cette ville.

Le kilowatt pour les moteurs dans les ateliers, pour les accumulateurs des automobiles, etc..., est généralement beaucoup moins

cher étant fourni le jour et pendant que l'éclairage n'absorbe que très peu de la force de l'usine productrice d'électricité.

On peut tout aussi bien illuminer un arbre de Noël avec des lampes en dérivation ; dans ce cas, on fait usage des *bandes souples* dont le principe est le suivant : les deux conducteurs sont consti-

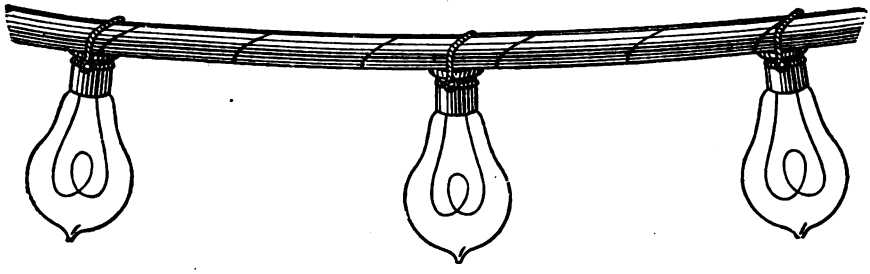


FIG. 20. — Bandes souples présentant les deux courants séparés par un ruban d'amiante.

tués chacun par un grand nombre de fils de cuivre très fins et séparés seulement par un ruban d'amiante, un isolant par excellence. Les lampes à incandescence (*fig.* 21) étant pourvues de deux pointes métalliques, il suffit de les enfoncer transversalement dans la bande souple, dans laquelle chacune des pointes est assurée de rencontrer l'un des courants ; elles s'allumeront donc aussitôt et, si l'effet n'a pas paru heureux, on peut les retirer et les repiquer plus loin. L'usage que l'on en a déjà fait pour les féeriques illuminations des rues dans toutes les fêtes publiques, et jusque sur les cuirassés des escadres, prouve suffisamment le côté pratique de ce procédé, qui est parfaitement applicable dans un appartement et sur tous les secteurs, restant entendu qu'ici les lampes doivent être du même voltage que les autres lampes usuellement allumées (le principe de la dérivation sera expliqué dans les pages suivantes).

FIG. 21. — Lampe à aiguilles se piquant sur une bande souple.

Puis, autour de notre arbre de Noël, il y avait un chemin de fer électrique avec un vrai locomoteur comme ceux de la Compagnie d'Orléans entre Brétigny et la gare d'Orsay, les deux faces en coupe-vent. Tout comme son grand modèle, il recevait le courant

dans son moteur... lilliputien par le rail du milieu, et le circuit se fermait par les rails ordinaires. Cependant, le moteur n'étant établi que pour 4 volts environ, pouvant se contenter à la rigueur du courant de 2 éléments d'accumulateurs, et le courant du secteur étant à 100 volts, comme je l'ai déjà dit, il fallait intercaler une lampe placée *en résistance;* sans quoi, on aurait fondu le petit moteur du premier coup, et il était complètement inutile de faire ici des expériences de... fours électriques.

Une lampe, de 10 bougies par exemple, était donc mise en tension avant ou après le moteur comme les 5 précédentes, dont il vient d'être question, entre elles, et notre locomoteur de rouler aussitôt à une vitesse convenable; toutefois, aux courbes, notre train éprouvait quelque difficulté à avancer. Qu'à cela ne tienne, la lampe de 10 bougies était remplacée par une autre de 16 bougies de même voltage, donc supérieure à la première comme ampérage (1/2 ampère au lieu de 1/3 pouvait passer), et notre nouvelle vitesse ne laissait plus rien à désirer; avec une lampe de 32 bougies (1 ampère), nous risquions le déraillement. Conclusions : ces lampes absorbant une partie de la tension agissaient *en outre* comme de *vrais robinets* ne laissant passer que la quantité de courant pour lequel elles étaient construites; on pouvait encore les considérer comme des tuyaux qui, dans une distribution d'eau, laissent passer l'eau, en raison de leurs diamètres. Une autre démonstration consistait à diriger sur le même moteur le courant *traversant* 2 lampes de 16 bougies, *l'une à côté de l'autre et non l'une après l'autre*, *donc parallèlement et non successivement;* le résultat était le même qu'avec celle de 32 bougies. Dans ce premier cas, ces deux lampes étaient ce que l'on est convenu d'appeler *en dérivation;* assez exactement encore, si l'on veut une image, le courant suivait les fils comme les guides servant à conduire 2 chevaux : l'une part de la main gauche du conducteur se dédouble; elles traversent alors les deux mors (les 2 lampes ici), se rejoignent, puis l'autre guide rentre finalement dans la main droite du conducteur.

Ce simple jouet nous enseigne deux principes les plus importants de la distribution électrique : la *tension* et la *dérivation* (on dit aussi en *série*, ou bien pour le second terme en *parallèle*).

Un ampèremètre destiné à marquer à chaque instant la quantité totale d'électricité passant dans un circuit fermé se mettra en série;

de même, le voltmètre, toujours placé en dérivation, donnera la tension de la ligne et au point précis où il sera pour ainsi dire greffé. Les accumulateurs dont il sera plus longuement question aux chapitres IX et XVII s'utiliseront, au contraire, de deux façons : en tension ou série, et alors ils sont continuellement traversés par la masse du courant produit; ils corrigeront ainsi, en maintenant en outre un voltage constant, les clignotements sensibles dans la lumière avec les moteurs, et surtout les moteurs à explosion. Dans le second cas, quand ils sont en dérivation, on n'y a recours que lorsque besoin est : ils peuvent ainsi éviter aux forces

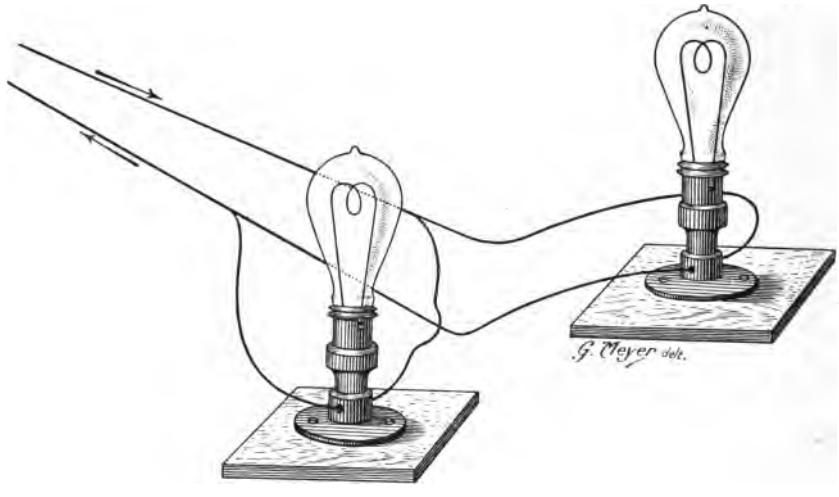


FIG. 22. — Deux lampes en dérivation.

hydrauliques l'aide auxiliaire des moteurs de secours, et encore permettre l'arrêt des machines ou turbines pour le service restreint du milieu de la nuit.

Il nous reste à parler des conducteurs d'électricité, car, si nous avons sous les yeux arbre de Noël et train électrique, l'usine de mon secteur est dans un quartier éloigné, et c'est là-bas que tourne et tourne sans arrêt la dynamo productrice de l'énergie électrique, entraînée par une machine à vapeur.

L'on sait que l'électricité, toujours prête à s'échapper, préfère les métaux et en tout premier lieu l'argent; nous le garderons pour le mettre dans notre porte-monnaie, mais les sous que vous avez dans votre poche feront d'excellents conducteurs ; le fer encore la conduira,

mais le cuivre la conduira sept fois mieux pour une section égale. C'est donc à lui que l'on a donné la préférence quand il faut soutenir le conducteur en l'air ou l'envelopper d'isolants (caoutchouc, soie). Les chemins de fer électriques, tramways, etc..., quand ils le peuvent, se contentent de bons gros rails, isolant le mieux possible de la terre l'un des courants, car l'autre reviendra toujours à l'usine et par le plus court chemin ; l'on ne craint donc pas les pertes par contact sur ce dernier conducteur.

Au contraire, dans le cas des lignes aériennes, on emploie des poteaux en bois comme c'est l'usage pour le télégraphe, les téléphones, ainsi que les mêmes cloches en porcelaine que pour ceux-ci ; la porcelaine, le verre sont en effet de très mauvais conducteurs, et l'on sait en profiter.

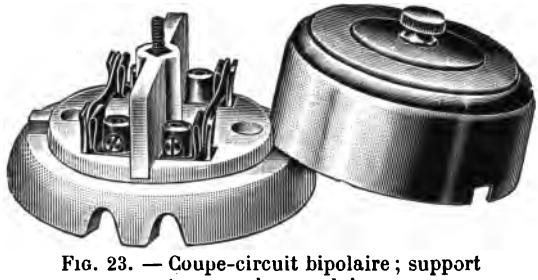


Fig. 23. — Coupe-circuit bipolaire ; support et couvercle porcelaine.

Maintenant que nous savons l'électricité toujours prête à s'acquitter rapidement de toute tâche que nous lui confierons, il faut prendre garde qu'elle ne veuille s'en débarrasser trop vite. Si elle n'éprouve plus la résistance d'une lampe ou d'un moteur qui la dépense ou si encore fortuitement deux fils viennent à se toucher, le flux exagéré d'électricité qui se produira échauffera le fil et finirait, ai-je déjà dit au sujet de notre petit locomoteur, par le fondre ; on pourrait presque dire que le courant se met dans une *colère rouge !* Que faire? Car nous ne pouvons être partout à la fois et du gros câble qui partira de l'usine au mince fil qui suffira à une lampe, il y aura sur la route plusieurs sections de fils correspondant chacun aux différents besoins de la distribution. C'est ici que se place l'invention du grand *Marcel Desprez*. Il raisonna ainsi : entre la petite section que nous devons protéger et la plus grosse, intercalons un conducteur dont la résistance moindre que celle du petit conducteur fondra avant que le danger ne se produise. Mais enfermons-le bien soigneusement dans une petite boîte en porcelaine ; *ainsi fut fait*. C'est le *coupe-circuit* que tout le monde connaît à peu près, et c'est encore un autre corps, le *plomb*, qui nous a rendu inutile l'appel

des pompiers, lorsqu'un *court-circuit* se sera produit pour une cause imprévue. N'est-ce pas merveilleux d'ingéniosité! *Automatiquement,* toute la partie d'une canalisation qui pourrait devenir dangereuse est séparée de la canalisation principale, laquelle continue son rôle de distribuer de l'électricité ailleurs. Aussitôt le petit défaut de ce circuit découvert et corrigé, on remet des plombs fusibles, et l'on pourra dormir en toute sécurité, s'ils ont résisté à ce nouvel essai. Dans ce but de protection du conducteur par le plomb fusible, on observera la proportion suivante :

Diamètre du fil de cuivre à protéger.		Diamètre du fil de plomb fusible.
1 millimètre	(environ 4 lampes 10 bougies à 110 volts)..	$0^{mm},8$
2 —	(— 18 — — —)..	1 ,5
3 —	(— 50 — — —)..	2 ,0
Etc.		Etc.

Dans d'autres cas, nous serons obligés d'avoir recours, au contraire, aux corps, qui, tout en étant conducteurs, opposeront

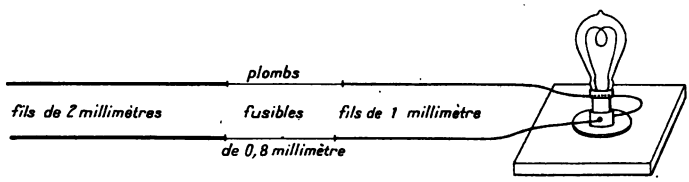


Fig. 24. — Protection d'un conducteur par les plombs fusibles.

cependant une vigoureuse résistance au courant, lui feront perdre du voltage, l'abaisseront; ces appareils s'appellent *rhéostats* et sont généralement composés de boudins en fil de *maillechort*, *ferro-nickel.* On les manœuvre à la main sans danger dans l'application des voltages raisonnables, en attendant qu'on ait modifié convenablement la force électromotrice.

Il semblerait qu'en parlant à présent seulement de la dynamo nous ayons mis la charrue avant les bœufs ; cependant nous sommes plus à même maintenant d'en saisir la portée. Nous n'avons pas la prétention de fabriquer une dynamo, et le plus simple sera, je l'ai déjà dit, d'avoir recours à un bon fournisseur et de ne pas lui ménager notre confiance. Mais une fois qu'on a cette merveilleuse dynamo chez soi, et qu'on apprécie les immenses

services qu'elle rend, on aime bien à savoir le *pourquoi* de la chose. C'était mon cas et je veux faire profiter le lecteur de mon expérience.

Tout le monde sait que *dunamis* (d'où *dynamo*) en grec veut dire *force*, et l'on eût cherché vainement le sens de ce mot dans le meilleur dictionnaire de l'époque, il y a vingt-cinq ans à peine; il faut reconnaître qu'il a été bien justement trouvé. Il parle à l'imagination, car, sous un petit volume, la dynamo recèle une *puissance extraordinaire*. Cette énergie se fait sentir cependant par le poids : ainsi un moteur de 1/12 de cheval pèse $5^{kg},200$: c'est le travail d'une femme et aussi celui qu'une machine à coudre, une petite écrémeuse demanderont de force ; il dépensera encore le courant équivalent à une lampe de 16 bougies. Ma dynamo, *celle sur laquelle j'ai appris* (visible chapitre XIII), pèse 168 kilogrammes, — bien que son encombrement ne soit que le suivant : longueur, $0^{m},44$; largeur, $0^{m},68$ (compris la poulie) ; et hauteur, $0^{m},47$; elle me donne 17 ampères à 120 volts (soit $17 \times 120 = 2.040$ watts) ou encore 50 lampes de 10 bougies. Ces poids donnent une idée approximative de la quantité de fils fins enroulés dans certaines parties des dynamos.

Sans vouloir entrer dans des détails d'ordre technique déplacés en cette étude, examinons toutefois d'un peu plus près la machine dynamo-électrique, pour employer son vrai nom dont l'autre n'est qu'un abrégé. On sait qu'il est possible de créer un courant minuscule dans sa... bouche en portant sur la langue et sur une lèvre des pièces de cuivre. De même, le passage rapide d'un couteau, par exemple, devant un autre morceau de métal, y développera aussi un très faible courant électrique, car ce fluide est à l'état latent dans la plupart des corps, mais principalement dans les corps bons conducteurs. Si, au lieu d'un couteau, vous prenez du cuivre, que nous savons déjà être bon conducteur d'électricité, si nous l'enroulons en très grande quantité sous forme de fil très fin sur beaucoup de bobines, si nous faisons passer ces bobines très rapidement devant des aimants ou mieux des électro-aimants, nous développons des courants de plus en plus puissants; enfin demandons à la dynamo elle-même de fournir son courant d'excitation destiné aux électro-aimants (aux *inducteurs*, c'est le mot usuel), et elle obéira encore. Nous venons de donner naissance à ce merveilleux instrument qui

marquera sa place parmi les inventions du siècle précédent. On s'est donc débarrassé successivement des auxiliaires de la première heure de cette invention, pour ne plus la constituer finalement que de cuivre et de quelques pièces de fer. Par une disposition heureuse de *balais en charbon* frottant légèrement sur des plaques de cuivre reliées aux extrémités des bobines multiples, on recueille le précieux courant pour le diriger sur le lieu de son utilisation ; l'ensemble de ces bobines constitue l'*induit*.

Ainsi composée, la dynamo n'exigera plus que de la force motrice pour tourner à la vitesse pour laquelle elle est construite et *nous pouvons obtenir cette force avec une chute d'eau.*

Mais de plus en plus fort, le rôle d'aimantation des *inducteurs* par la dynamo elle-même va pouvoir se faire aussi de différentes façons, selon le but à obtenir, et les mots tension et dérivation que j'ai voulu précédemment rendre bien compréhensibles nous seront encore nécessaires. Dans le premier cas, le courant traversera successivement inducteurs et induits et avec du fil également gros ; dans le second, l'excitation se fait en prenant le courant aux balais, pour ainsi dire au passage et avec du fil fin ; les premières conviennent aux lampes à arc et au transport de force ; les secondes sont surtout désirables pour la charge des accumulateurs, permettant une plus grande variation du voltage. Mais il est encore un troisième genre à enroulement des dynamos, dit *compound*, qui tient moitié de l'un et moitié de l'autre. Une partie de l'excitation est faite en même temps par le courant utilisé, l'augmentation ou la diminution de celui-ci règle donc l'excitation partiellement, renforçant automatiquement l'induction, quand on allume plus de lampes par exemple, la diminuant quand on éteint. L'autre partie de l'excitation correspondant à un rhéostat (nous savons ce que c'est maintenant) permet encore une influence directe, et cette disposition est visible sur les figures 67 et 68 du chapitre XIII. Ce réglage peut même se faire à distance, et les exemples de cette facilité que je donnerai dans les différents départements de la région Normande sont assez nombreux. Le grand avantage de la dynamo compound est de nécessiter moins de surveillance ; *elle ne peut pas se nuire à elle-même* par suite de l'emballement des moteurs.

Un autre fait merveilleux mérite notre attention : quand nous

le voudrons, notre bonne dynamo, qui ne demande que de la force hydraulique, va, pour vous être agréable, se contenter de courant électrique pour produire de la force motrice, et cela sans autre modification de construction. Cet autre appareil merveilleux que l'on appelle le téléphone présente une certaine analogie quand il reproduit la voix, même à des kilomètres de distance. Ici, la seule différence, outre naturellement une certaine perte de force inévitable pour toute transmission (et dans le téléphone, la voix n'est-elle pas aussi affaiblie ?) sera que notre dynamo tournera dans le sens inverse, comme *réceptrice*, de celui où elle devait tourner comme *génératrice*.

Fig. 25. — Tableau de charge d'une batterie pour lampes à 15 volts [Château des Masselins-Chandai (Orne)].

L'inconvénient qui peut résulter n'est pas insurmontable : il suffit de retourner... la dynamo, ou encore, avec un tournevis et deux fils de cuivre, on peut instantanément intervertir le sens du courant et obtenir ce changement de sens de marche par la dynamo elle-même.

Cette reversibilité si simple, une fois trouvée, fut cependant due au hasard : à l'Exposition universelle de Vienne, en Autriche, un ouvrier préparait l'essai d'une dynamo sur un groupe de lampes ; il se trompe de fils et dirige le courant sur une dynamo voisine également exposée ; les lampes ne s'allumaient pas, mais il en résul-

tait une découverte qui devait avoir une influence considérable dans l'évolution de la vie humaine : la seconde dynamo s'était mise d'elle-même en mouvement. On avait découvert le *moteur électrique !*

Je donne encore ici, comme exemple d'applications des résistances et par la production de deux photographies (*fig.* 25 et 26), le procédé que j'emploie pour charger sur le courant à 120 volts

FIG. 26. — Une batterie à 15 volts ou 8 éléments de 36 ampères-heures pour service de nuit.

une petite batterie d'accumulateurs de 8 éléments (un élément est toujours de 2 volts, un peu plus, un peu moins selon le degré de charge de l'accumulateur), alimentant pour la nuit seulement quelques lampes à 15 volts, dans le genre de celles des wagons des chemins de fer. Dans ce but, j'utilise comme *résistance* une lampe au plafond qui éclaire le vestibule, ce qui ne m'empêche pas, pour augmenter la charge, d'ajouter jusqu'à 4 lampes sur le tableau de charge (*fig.* 25) variant entre 1/2 et 1 ampère ; sur la photographie, il y a seulement 3 de ces lampes en place.

CHAPITRE VI

UN PEU D'ERG, S. V. P.!

Nous avons rappelé au chapitre v la définition du cheval-vapeur, qui est 75 fois le kilogrammètre. La science moderne, ayant besoin d'étendre le domaine de ses investigations jusque parmi les très petites forces, tient aussi à évaluer leur énergie, et elle a donné un sous-multiple au kilogrammètre, c'est l'*erg*, autrement dit le poids de 1 milligramme soulevé à 1 centimètre en 1 seconde.

Pour estimer numériquement le calorique, on a fixé une autre unité : il faut 425 kilogrammètres pour élever de 1 degré de température 1 litre d'eau ou kilogramme; c'est ce qu'on appelle la *grande calorie*. Curieux rapprochement encore, puisque ce résultat peut s'obtenir avec une chute d'eau par l'électricité. La *petite calorie*, dite calorie de laboratoire, étant la millième partie de la précédente, correspond à la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de 1 gramme d'eau de 1 degré.

Nous n'aurons guère l'usage de cette unité ici, la moindre lampe électrique dépensant des milliers d'ergs; mais d'autres conséquences peuvent être tirées de ces notions scientifiques et être appliquées à la région Normande. Qu'est-ce que cette force hydraulique qui appuiera sur les aubes d'une roue ou lancera une turbine dans sa course affolée, si ce n'est une réunion de gouttes d'eau? Au premier choc, l'eau a jailli en écume et laissé deviner les petits *ergs* dont elle se compose! Puis l'alliance se fera de nouveau entre eux, et la rivière continuera paisiblement son cours. Beaucoup de ces gouttes d'eau sont parties de fort loin, ont roulé, roulé depuis le point culminant de la région qui nous occupe, depuis cette altitude du

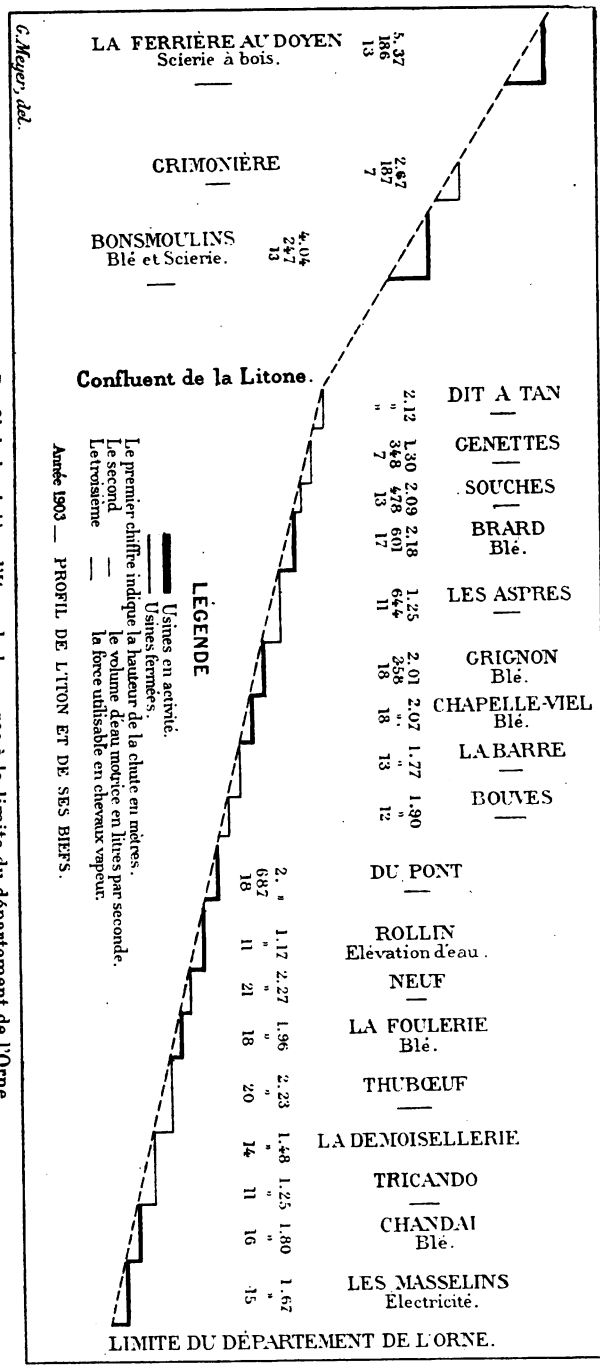


Fig. 27. — Profil de la rivière d'Iton, de la source à la limite du département de l'Orne.

Signal de la Forêt d'Écouves dans l'Orne, déjà signalé (*fig.* 6). Cependant toute parcelle de terrain qui se détache du sol sous l'action du ravinement est entraînée plus bas et ne remontera jamais à la place abandonnée; il y a usure, là, comme ailleurs; les parcelles iront petit à petit combler les vallées, créer des estuaires à l'embouchure des fleuves, travaillant journellement au grand *nivellement universel*. C'est pourtant la somme du travail des petits ergs. Ce nivellement ne se réalisera pas de sitôt heureusement, et, puisqu'il nous reste encore un relief terrestre, sachons en profiter, sachons même l'améliorer à notre usage.

Revenons à... notre Normandie. Le profil en long de

la rivière de l'Iton (*fig.* 27), dont j'ai déjà donné la courbe des débits comparée à celle d'une rivière des Alpes (*fig.* 1), témoigne bien du travail considérable que durent effectuer plusieurs générations pour arriver au résultat d'aménager tant de chutes d'eau.

Si cependant on consulte la légende des utilisations, on remarquera avec étonnement que les générations présentes tendent à négliger ces précieuses ressources; les traits fins désignent les usines fermées en 1903, soit une bonne moitié. Deux chutes successives et assez rapprochées pour être réunies dans une même usine mériteraient un meilleur sort; ces chutes étaient utilisées autrefois par une tréfilerie de cuivre plus importante que celle de Chandai; elle employait une quarantaine d'ouvriers; ces deux chutes portent sur le graphique les noms de Tubœuf et de la Demoisellerie. Il est intéressant, en se reportant à l'extrait de la carte de Cassini que j'ai produit (*fig.* 10), de constater, par la présence des petites roues gravées et des noms identiques à ceux du graphique ci-dessus, que, sur cette portion du cours de l'Iton, tous les barrages sont de construction très ancienne; mais ajoutons que leurs propriétaires actuels manquent bien personnellement d'*un peu d'erg* en les laissant sans emploi.

Nous voyons sur ce même profil (*fig.* 27) que les chômages se font surtout sentir dans la partie haute de la vallée, et ce fait est plus excusable. Il s'explique, car la facilité d'accès y est devenue moindre, surtout depuis l'emploi presque exclusif des chemins de fer comme moyens de communication. Cependant deux scieries s'y sont maintenues en activité : la forêt, en effet, est voisine; cinq moulins à blé ont encore gardé une clientèle suffisante pour continuer à fonctionner; un service d'eau, puis un exemple hydro-électrique, et c'est tout. Toutes les autres chôment. Plusieurs petites ou moyennes agglomérations seraient cependant aptes à tirer parti de ces ressources en proportion de leurs besoins. Nous en trouverons de nombreux exemples par la suite, et il serait profitable que les usagers des barrages s'entendissent entre eux pour les utiliser, en vue de l'éclairage électrique par exemple. Les éclusées, c'est-à-dire un usage exagéré de l'eau, suivi d'un arrêt de plusieurs heures parfois, seraient sans doute alors soigneusement évitées; l'intérêt commun étant encore la meilleure des prescriptions. Que nous ménage l'Iton dans cent ans? Ses rives seront-elles

absolument désertées en faveur des villes voisines? Il faut espérer que non et qu'un mouvement contraire, qui a commencé à se faire sentir ailleurs, s'étendra à lui, comme à la pluralité des rivières capables d'un emploi profitable. En insistant, j'aurais l'air de prêcher pour... le saint de l'Iton!

Est-ce à dire que des exemples d'usages privés (quand d'autres plus importants ne sont pas possibles, il faut encore mieux en revenir là) ne sont pas à citer; je vais en donner quelques-uns

Fig. 28. — Un atelier d'amateur. — Usine hydro-électrique sur la route des Feuillées au Val d'Ajol (Vosges).

et, au besoin, en dehors même de la région. Je les ai relevés souvent lorsque je m'y attendais le moins et j'ai constaté qu'ils avaient été créés presque sans capitaux; il semble même que l'hydro-électricité tente de fort modestes gens doués d'ingéniosité; il y a dans ce fluide invisible une attraction, qui les amène à en chercher des applications dans la pratique.

Le premier exemple sera pris dans les Vosges : un petit propriétaire et cultivateur, ayant été faire son service militaire dans la marine à Cherbourg (cette grande école des électriciens), en rapportait un béguin... pour la dynamo et les notions utiles pour la fabriquer lui-même. Bien mieux, il créait d'abord sa force hydraulique

en emmagasinant dans un petit réservoir à 12 mètres au-dessus de son habitation, un simple filet d'eau, puis forgeait lui-même sa petite turbine, genre Pelton. Figurez-vous une minuscule roue de moulin, de $0^m,68$ de diamètre, presque un joujou, mais garnie sur les deux faces de sortes de cuillers; des jets d'eau dont le nombre peut atteindre quatre viennent les frapper avec cette pression de 12 mètres et font tourner la roue à raison de 300 tours à la minute. Le résultat atteint la force de 1 cheval et demi pour son éclairage

Fig. 29. — Intérieur d'un cultivateur des Vosges : la dynamo construite par lui-même; le tableau (ampèremètre et voltmètre improvisés, interrupteur et lampe).

électrique, et il s'en sert accidentellement le jour pour faire marcher un tour et une scie. Son réservoir lui assure trois heures d'éclairage, donc bien au-delà de ses modestes besoins.

Le second exemple m'a surtout surpris par sa situation; nous allons nous transporter aux portes de Paris, à... Saint-Denis pour y découvrir de la *houille verte*. J'avais douté moi-même du fait et, pour me convaincre, je prenais tout simplement le tram, bien connu, place de la Madeleine; le voyage n'était pas long, et, peu après, j'allais trouver un atelier de menuisier « modern style », scie à ruban, raboteuse, perceuse, tout était actionné mécaniquement par une roue hydraulique. Je n'étais pas au bout de mon étonne-

ment : j'avisais dans un coin une petite guérite vitrée et j'y trouvais... devinez quoi ? une dynamo établie depuis quatre ans pour l'éclairage électrique de l'atelier. La vue du merle blanc lui-même ne m'eût pas produit plus d'effet. Et notez que ce menuisier ingénieux n'a aucune machine de secours, ni au charbon, ni au pétrole ; l'eau suffit à ses besoins combinés de travail et d'éclairage ; l'éclairage hydro-électrique étant ici encore un supplément en quelque sorte inutilisé antérieurement et qui suit les mêmes variations que

Fig. 30. — Le petit étang créé pour utiliser une source avec une chute de 12 mètres (route des Feuillées au val d'Ajol).

le débit de ce simple ruisseau appelé le Croult. La prospérité de ses affaires a même permis à ce menuisier actif de se payer le luxe d'une batterie d'accumulateurs.

Ce minuscule affluent de la Seine a, en outre, la prétention de partager en ce point sa puissance hydraulique entre deux usines, et, si la seconde ne se distingue pas par une dynamo, elle possède *une turbine !* Mais oui, à Saint-Denis même ! Cette dernière, au mouvement rapide, entraîne... 7 machines à coudre uniquement occupées à confectionner des gilets pour hommes ! Voilà de bons *petits ergs* qui font tout ce qu'ils peuvent, et ce n'est déjà pas si inutile.

Dans le département de la Manche, il m'aurait été possible de citer,

par la suite, telle petite fabrique de quincaillerie, qui, avec une simple roue, sous une chute de 5^{m},60, a établi non seulement son éclairage électrique d'environ 80 lampes, mais encore le *chauffage de la maison du patron et de trois ménages d'employés!* L'installation reste même en fonction toutes les nuits d'hiver (la houille verte est encore alors abondante pour cet usage de chauffage); la roue, étant réglée par un excellent régulateur de vitesse, ne nécessite pas de surveillance. Les propriétaires de cette usine sont des gens pour-

FIG. 31. — Un exemple à Saint-Denis, près Paris. — Les Moulins-Réunis, anciens moulins à blé (actuellement, à gauche, menuisier; à droite, atelier de confections avec turbine).

vus d'*énergie* qui pratiquent le... 425 ou grande calorie sans y avoir été préparés par de longues études.

A côté de ces petites mais instructives initiatives, que de propriétaires se soucient peu des forces hydrauliques qu'ils ont à leur portée! Dans bien des cas, ces forces dépassent même leurs besoins personnels. Si les propriétaires ne sont pas aptes à en tirer parti pour eux-mêmes, ils devraient au moins encourager les industriels disposés à utiliser ces ressources. Nous avons vu, au chapitre II, quels gens actifs et audacieux ils sont, mais généralement dépourvus des capitaux nécessaires. Il semblerait assez naturel que les

propriétaires mêmes les commanditassent, car ils assisteraient avec satisfaction à l'emploi de leurs capitaux dans leur propre domaine et gagneraient certainement dans l'estime des populations rurales qu'il faut convaincre *par le fait.* Si je me permettais une recommandation, je leur ferais observer que les baux de location doivent être de longue durée, car le délai de l'amortissement raisonnable du capital nécessaire à une installation électrique *soigneusement établie* est toujours assez long; vingt-cinq ans me semble un mini-

FIG. 32. — Intérieur du menuisier de Saint-Denis : raboteuse, scies diverses; au fon guérite vitrée contenant sa dynamo pour son éclairage; lampe au plafond.

mum et n'a rien d'exagéré, en tenant compte seulement du prix de premier établissement de la ligne, des poteaux à placer, etc.

Nous aurons l'occasion de dire par la suite quels précieux concours la houille verte a rencontré dans la presse sérieuse, dans la presse scientifique, et, parmi ceux-ci, un de ses soutiens les plus actifs fut certes celui de M. Max de Nansouty, un vulgarisateur des plus connus dans le monde scientifique. Propriétaires timides, écoutez ce qu'il écrivait sous la rubrique *Houille verte :*

« Autrefois, et ce fut la joie des vaudevillistes, lorsqu'un person-
« nage de comédie, ayant des ambitions, voulait *se mettre bien* avec
« ses concitoyens, il offrait une pompe à incendie à sa commune.

« Ne perdons pas cette bonne tradition ! et que les futurs bienfaiteurs « offrent une turbinette hydraulique à la commune. La turbinette « aura l'avantage de rendre la pompe presque inutile, puisque « l'éclairage électrique est le moins incendiaire de tous les éclairages « que l'on connaisse. »

Hommage reconnaissant de l'auteur à l'auteur de la Préface.

FIG. 33. — La turbinette... des Masselins, à Chandai (Orne), avant son immersion (5 chevaux).

Et, pour terminer ce chapitre, comme nous avons commencé, allons, propriétaires de barrages, normands ou non, un peu d'*erg*, s'il vous plaît!

CHAPITRE VII

RIVIÈRES NAVIGABLES ET FLOTTABLES ET RIVIÈRES NON NAVIGABLES NI FLOTTABLES

Dura lex, sed lex. En bon français nul n'est censé ignorer la loi et doit être prêt à s'y soumettre; toutefois, il faut remarquer que, depuis Solon on fait des lois, et que l'on... n'a pas fini. Il est bon encore de répéter quelquefois le texte d'une loi; je m'efforcerai de le rendre le moins rébarbatif possible dans ce livre à la portée de tous et, comme la place d'une virgule peut y atteindre une importance capitale, je me borne tout bonnement à copier :

LOI DU 8 AVRIL 1898 SUR LE RÉGIME DES EAUX

Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,
Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

TITRE I

EAUX PLUVIALES ET SOURCES

Article premier. — Les articles 641, 642 et 643 du Code civil sont remplacés par les dispositions suivantes :

« Art. 641. — Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds.

« Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur.

« La même disposition est applicable aux eaux de source nées sur un fonds.

« Lorsque, par des sondages ou des travaux souterrains, un propriétaire fait surgir des eaux dans son fonds, les propriétaires des fonds inférieurs doivent

les recevoir; mais ils ont droit à une indemnité en cas de dommages résultant de leur écoulement.

« Les maisons, cours, jardins, parcs et enclos attenant aux habitations ne peuvent être assujettis à aucune aggravation de la servitude d'écoulement dans les cas prévus par les paragraphes précédents.

« Les constatations auxquelles peuvent donner lieu l'établissement et l'exercice des servitudes prévues par ces paragraphes et le règlement, s'il y a lieu, des indemnités dues aux propriétaires des fonds inférieurs sont portés, en premier ressort devant le juge de paix du canton qui, en prononçant, doit concilier les intérêts de l'agriculture et de l'industrie avec le respect dû à la propriété.

« S'il y a lieu à expertise, il peut n'être nommé qu'un seul expert.

« Art. 642. — Celui qui a une source dans son fonds peut toujours user des eaux à sa volonté dans les limites et pour les besoins de son héritage.

« Le propriétaire d'une source ne peut plus en user au préjudice des propriétaires des fonds inférieurs qui, depuis plus de trente ans, ont fait et terminé, sur le fonds où jaillit la source, des ouvrages apparents et permanents destinés à utiliser les eaux ou à en faciliter le passage dans leur propriété.

« Il ne peut pas non plus en user de manière à enlever aux habitants d'une commune, village ou hameau l'eau qui leur est nécessaire; mais, si les habitants n'en ont pas acquis ou prescrit l'usage, le propriétaire peut réclamer une indemnité, laquelle est réglée par experts.

« Art. 643. — Si, dès la sortie du fonds où elles surgissent les eaux de sources forment un cours d'eau offrant le caractère d'eaux publiques et courantes, le propriétaire ne peut les détourner de leur cours naturel au préjudice des usagers inférieurs. »

Ce titre I ne contient donc qu'un article unique ayant pour but de substituer trois nouveaux articles aux anciens régissant cette matière; c'est un article de généralités; le titre II va établir tout de suite la grande différence qui motive notre présent chapitre.

TITRE II

COURS D'EAU NON NAVIGABLES ET NON FLOTTABLES

CHAPITRE I

DES DROITS DES RIVERAINS

Art. 2. — Les riverains n'ont le droit d'user de l'eau courante qui borde ou qui traverse leurs héritages que dans les limites déterminées par la loi. Ils sont tenus de se conformer, dans l'exercice de ce droit, aux dispositions des règlements et des autorisations émanées de l'Administration.

Art. 3. — *Le lit des cours d'eau non navigables et non flottables appartient aux propriétaires des deux rives.*

Si les deux rives appartiennent à des propriétaires différents, *chacun d'eux a*

la propriété de la moitié du lit, suivant une ligne que l'on suppose tracée au milieu du cours d'eau, sauf titre ou prescription contraire.

Chaque riverain a le droit de prendre, dans la partie du lit qui lui appartient *tous les produits naturels et d'en extraire de la vase, du sable et des pierres*, à la condition de ne pas modifier le régime des eaux et d'en exécuter le curage conformément aux règles établies par le chapitre III du présent titre.

Sont et demeurent réservés les droits acquis par les riverains ou autres intéressés sur les parties du cours d'eau qui servent de voie d'exploitation pour la desserte de leurs fonds.

Art. 4. — Lorsque le lit d'un cours d'eau est abandonné, soit naturellement, soit par suite de travaux légalement exécutés, chaque riverain en reprend la libre disposition suivant les limites déterminées par l'article précédent.

Art. 5. — Lorsqu'un cours d'eau non navigable et non flottable abandonne naturellement son lit, les propriétaires des fonds sur lesquels le *nouveau lit s'établit sont tenus de souffrir le passage des eaux sans indemnité ; mais ils peuvent, dans l'année qui suit le changement de lit, prendre les mesures nécessaires pour rétablir l'ancien cours des eaux.*

Les propriétaires riverains du lit abandonné jouissent de la même faculté et peuvent, dans l'année, poursuivre l'exécution des travaux nécessaires au rétablissement du cours primitif.

Art. 6. — Lorsque, par suite de travaux légalement ordonnés, il y a lieu d'élargir le lit ou d'en ouvrir un nouveau, les propriétaires des terrains occupés ont droit à une indemnité à titre de servitude de passage.

Pour la fixation de cette indemnité, il sera tenu compte de la situation respective de chacun des riverains par rapport à l'axe du nouveau lit, la limite des héritages demeurant fixée conformément aux dispositions du paragraphe 2 de l'article ci-dessus à moins de stipulations contraires.

Les bâtiments, cours et jardins attenant aux habitations sont exempts de la servitude de passage.

Les contestations auxquelles peuvent donner lieu l'application du paragraphe 2 du présent article et le règlement des indemnités sont jugées en premier ressort par le juge de paix du canton.

S'il y a lieu à expertise, il peut, dans tous les cas, n'être nommé qu'un seul expert.

Art. 7. — La propriété des alluvions, relais, atterrissements, îles et îlots qui se forment dans les cours d'eau non navigables et non flottables est et demeure régie par les dispositions des articles 556, 557, 559, 561 et 562 du Code civil.

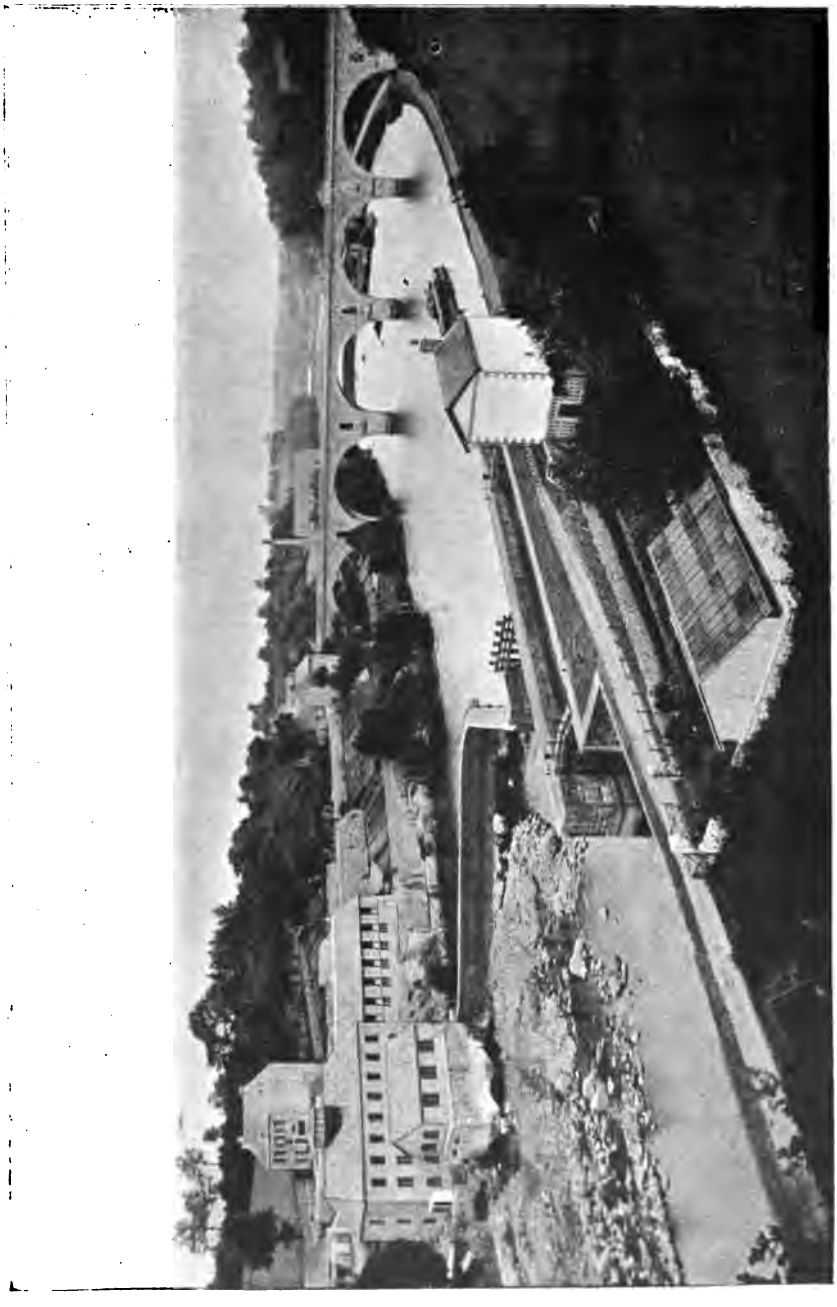
CHAPITRE II

POLICE ET CONSERVATION DES EAUX

Art. 8. — L'autorité administrative est chargée de la conservation et de la police des cours d'eau non navigables et non flottables.

Art. 9. — Des décrets rendus après enquête dans la forme des règlements d'administration publique fixent, s'il y a lieu, le régime général de ces cours d'eau, *de manière à concilier les intérêts de l'agriculture et de l'industrie avec le respect dû à la propriété et aux droits et usages antérieurement établis.*

Art. 10. — Le propriétaire riverain d'un cours d'eau non navigable et non flottable ne peut exécuter des travaux au-dessus de ce cours d'eau ou le joi-



Communiqué par M. Chaplet, Laval

FIG. 34. — La Mayenne navigable, près Laval (Mayenne). — Barrage en chevron. — Les usines de Rochefort, réunissant par l'électricité la puissance totale utilisable des 800 chevaux des trois barrages visibles ici (vue prise après un curage).

gnant qu'à la condition de ne pas préjudicier à l'écoulement et de ne causer aucun dommage aux propriétés voisines.

Art. 11. — Aucun barrage, aucun ouvrage destiné à l'établissement d'une prise d'eau, d'un moulin ou d'une usine ne peut être entrepris dans un cours d'eau non navigable et non flottable sans l'autorisation de l'Administration.

Art. 12. — Les préfets statuent après enquête sur les demandes ayant pour objet :

1° L'établissement d'ouvrages intéressant le régime ou le mode d'écoulement des eaux ;

2° La régularisation de l'existence des usines et ouvrages établis sans permission et n'ayant pas de titre légal ;

3° La révocation ou la modification des permissions précédemment accordées.

La forme de l'instruction qui doit précéder les arrêtés des préfets est déterminée par un règlement d'administration publique.

Art. 13. — S'il y a réclamation des parties intéressées contre l'arrêté du préfet, il est statué par un décret rendu sur l'avis d'un Conseil d'État, sans préjudice du recours contentieux en cas d'excès de pouvoir.

Art. 14. — Les permissions peuvent être révoquées ou modifiées sans indemnité, soit dans l'intérêt de la salubrité publique, soit pour prévenir ou faire cesser les inondations, soit enfin dans le cas de la réglementation générale prévue par l'article 9.

Dans tous les autres cas, elles ne peuvent être révoquées ou modifiées que moyennant indemnité.

Art. 15. — Les propriétaires ou fermiers de moulins et usines, même autorisés ou ayant une existence légale, sont garants des dommages causés aux chemins et aux propriétés.

Art. 16. — Les maires peuvent, sous l'autorité des préfets, prendre toutes les mesures nécessaires pour la police des cours d'eau.

Art. 17. — *Dans tous les cas, les droits des tiers sont et demeurent réservés.*

Arrêtons-nous un instant avant de passer aux titres suivants, car les passages *signalés en italique* créent le *vade-mecum* de l'hydraulicien ; ils lui apprennent ses devoirs et ses droits.

On voit par là que le propriétaire d'un barrage sur un cours d'eau non navigable n'est jamais empêché de lui demander le bon service d'actionner une dynamo soit par une roue, soit par une turbine, peu importe à l'administration, qui recommande même « beaucoup de réserve à ses agents » dans l'application de l'article 12 du chapitre II (Annotation de loi, de Lacroix). Si les tiers ne lui cherchent pas noise non plus, s'il sait user des choses sans en abuser, notre hydraulicien peut devenir hydro-électricien tout aussi facilement que s'il lui prenait la fantaisie de fabriquer des chandelles (la lampe électrique vaut mieux). Cette démonstration valait bien la peine, il me semble, de s'assimiler quelques articles de loi.

Cependant, comme il serait déplacé d'abuser, à cette place, du droit de copier, sautons le chapitre III, bien intéressant pourtant, puisqu'il traite des *curages*, *élargissements* et *redressements* en douze articles dont le dernier abroge la loi du 14 floréal an XI.

Avec les titres III et IV nous redevenons très sérieux, et il y a de quoi. Jugez-en !

TITRE III

DES RIVIÈRES FLOTTABLES A BUCHES PERDUES

ART. 30. — Les rivières et cours d'eau flottables à bûches perdues sont soumis aux dispositions contenues dans le titre précédent et aux dispositions spéciales suivantes.

ART. 31. — Le flottage à bûches perdues ne peut être établi, sur les cours d'eau où il n'existe pas actuellement, que par un décret rendu après enquête et avis des conseils généraux des départements traversés par ces cours d'eau. Ce décret sera inséré au *Bulletin des lois*.

Le décret détermine les servitudes nécessaires pour l'exercice du flottage et règle les obligations respectives des propriétaires riverains, des usiniers et des flotteurs.

ART. 32. — L'indemnité due à raison de ces servitudes est fixée en premier ressort par le juge de paix du canton.

Il est tenu compte, dans le règlement de cette indemnité, des avantages qui peuvent résulter de l'établissement du flottage.

ART. 33. — Sont maintenus, tant qu'ils n'auront pas été revisés conformément aux dispositions des articles 31 et 32 ci-dessus, tous les règlements spéciaux relatifs aux rivières et cours d'eau sur lesquels se pratique le flottage à bûches perdues.

TITRE IV

DES FLEUVES ET RIVIÈRES NAVIGABLES OU FLOTTABLES

CHAPITRE I

DES DROITS DU DOMAINE ET DES RIVERAINS

ART. 34. — *Les fleuves ou les rivières navigables ou flottables avec bateaux, trains ou radeaux, font partie du* DOMAINE PUBLIC *depuis le point où ils commencent à être navigables ou flottables jusqu'à leur embouchure.*

Font également partie du domaine public :

1° Les bras même non navigables et non flottables, lorsqu'ils prennent naissance au-dessous du point où les fleuves et rivières commencent à être navigables ou flottables ;

2° Les noues et boires qui tirent leur eau des mêmes fleuves et rivières.

Art. 35. — Les dérivations ou prises d'eau artificielles établies dans des propriétés particulières ne font pas partie du domaine public, à moins qu'elles n'aient été pratiquées par l'État, dans l'intérêt de la navigation ou du flottage.

Ces dérivations sont régies par les dispositions des actes qui les ont autorisées.

Art. 36. — Des arrêtés préfectoraux rendus après enquête, sous l'approbation du Ministre des Travaux publics, fixeront les limites des fleuves et rivières navigables et flottables, ces limites étant déterminées par la hauteur des eaux coulant à pleins bords avant de déborder.

Les arrêtés de délimitation pourront être l'objet d'un recours contentieux. Ils seront toujours pris sous la réserve des droits de propriété.

Art. 37. — L'article 563 du Code civil est abrogé et remplacé par les dispositions suivantes :

« Art. 563. — Si un fleuve ou une rivière navigable ou flottable se forme un nouveau cours en abandonnant son ancien lit, les propriétaires riverains peuvent *acquérir la propriété de cet ancien lit*, chacun en droit soi, jusqu'à une ligne qu'on suppose tracée au milieu de la rivière. Le prix de l'ancien lit est fixé par des experts nommés par le président du tribunal de la situation des lieux, à la requête du préfet du département.

« A défaut par les propriétaires riverains de déclarer, dans les trois mois de la notification qui leur sera faite par le préfet, l'intention de faire l'acquisition aux prix fixés par les experts, il est procédé à l'aliénation de l'ancien lit *selon les règles qui président aux aliénations du domaine de l'État.*

« Le prix provenant de la vente est *distribué aux propriétaires des fonds occupés par le nouveau cours*, à titre d'indemnité, dans la proportion de la valeur du terrain enlevé à chacun d'eux. »

Art. 38. — Lorsque, à la suite de travaux légalement exécutés, des portions de l'ancien lit cesseront de faire partie du domaine public, les propriétaires riverains pourront exercer le droit de préemption conformément à l'article 37 qui précède.

Art. 39. — La propriété des *alluvions, relais, atterrissements, îles et îlots* qui se forment naturellement dans les fleuves et rivières faisant partie du *domaine public* est et demeure réglée par les dispositions des articles 556, 557, 560 et 562 du Code civil.

CHAPITRE II

DES CONCESSIONS ET AUTORISATIONS

Art. 40. — Aucun travail ne peut être exécuté et aucune prise d'eau ne peut être pratiquée dans les fleuves ou rivières navigables ou flottables sans autorisation de l'Administration.

Art. 41. — Les préfets statuent, après enquête et sur l'avis des ingénieurs, et sauf recours au Ministre, sur les demandes ayant pour objet de faire des prises d'eau au moyen de machines, lorsqu'il est constaté que, eu égard au volume des cours d'eau, elles n'auront pas pour effet d'en altérer le régime.

Art. 42. — Ils statuent également sur l'avis des ingénieurs, sauf recours au Ministre, sur les demandes en autorisation d'établissements temporaires sur les cours d'eau navigables ou flottables, alors même que ces établissements auraient pour effet de modifier le régime ou le niveau des eaux.

Ils fixent, dans ce cas, la durée de l'autorisation qui ne devra jamais dépasser deux ans.

ART. 43. — Toutes autres autorisations ne peuvent être accordées que par décrets rendus, après enquête, *sur l'avis du Conseil d'État.*

ART. 44. — *Les concessionnaires sont assujettis à payer une redevance à l'Etat,* d'après les bases qui seront fixées par un règlement d'administration publique.

ART. 45. — Les prises d'eau et autres établissements créés sur les cours d'eau navigables ou flottables, même avec autorisation, peuvent toujours être modifiés ou supprimés. *Une indemnité n'est due que lorsque les prises d'eau ou établissements dont la modification ou la suppression est ordonnée ont une* EXISTENCE LÉGALE.

Toutefois, aucune suppression ou modification ne pourra être prononcée que suivant les formes et avec les garanties établies par les articles précédents.

Ainsi nous voilà prévenus, et nous risquons fort, en prenant un bain, de mettre un pied, sans nous en douter, sur le *domaine public*, tout en gardant l'autre sur une *propriété privée*. Fait tout aussi curieux et conséquence naturelle, cette différence peu sensible... sur le terrain, si ce n'est que la navigation proprement dite cesse pour être remplacée par le canotage de fantaisie, quand il est pratiquement possible, fait classer les archives désirables à consulter pour une étude de statistique, comme celle-ci, entre deux Ministères aussi : les Travaux publics (usines sur cours d'eau navigables ou flottables ou bien sur canaux de navigation) ; l'Agriculture (toutes les autres usines hydrauliques). Remarquons toutefois que, pour les moulins dits de marée, on n'est pas absolument fixé pour les placer sous la tutelle d'une Administration compétente et qu'ils ne semblent pas avoir encore de règlements bien définis. Ils sont peu nombreux jusqu'à ce jour, mais l'utilisation des marées comme ressource d'énergie n'a pas dit son dernier mot.

Pour ceux que la lecture des articles précédents aura effrayés, malgré la précaution d'en signaler les points essentiels, je tiens à appuyer sur la différence qui résultera pour les usines hydrauliques des deux situations envisagées. Dans le cas des cours d'eau *non navigables ni flottables* (Ministère de l'Agriculture), en se pourvoyant des autorisations voulues et presque toujours assez facilement obtenues, l'intention du ou des propriétaires riverains d'élever un barrage ne tarde pas à recevoir satisfaction, l'emploi de l'eau lui étant d'ores et déjà acquis. Dans le second cas, celui des rivières *navigables ou flottables* (Ministère des Travaux publics), le droit à l'usage de l'eau dérive d'une concession administrative ; en outre, une redevance basée sur le nombre de chevaux-vapeur (habituelle-

ment 75 kilogrammètres) sera imposée par l'État, sauf si l'usine a l'existence légale. Si l'on a l'avantage de ne pas avoir à se soucier des *curages*, il ne faut pas oublier non plus que ces concessions peuvent être révoquées *ad libitum* sans indemnité, à la condition toutefois que cette révocation ne soit motivée que par des considérations ayant trait à la conservation du domaine public fluvial. En outre, l'usinier peut être appelé à concourir aux dépenses d'entretien du barrage qui crée la chute, alors même que ce barrage aurait été construit antérieurement par l'État dans l'intérêt de la navigation.

On comprendra du reste fort bien qu'avec un élément aussi capricieux qu'une rivière l'Administration se voit obligée de prendre ses précautions, d'assurer en tout temps et en tout premier lieu le service de la circulation des bateaux avec un niveau aussi constant que possible, soit pour une rivière canalisée, soit pour un canal latéral à une rivière ou de jonction; heureusement nous sommes en présence des gros volumes d'eau déjà régularisés par un bon nombre d'affluents, dont le régime n'est généralement pas modifié simultanément par les emplois intermittents de la force hydraulique pratiqués dans les vallées supérieures; les chômages périodiques encore résultant des travaux d'entretien obligés créeront des ennuis temporaires aux concessionnaires; c'est à eux à se bien renseigner avant de commencer leurs entreprises sur les ressources hydrauliques dont ils seront sûrs de disposer.

L'étude toute particulière qui sera faite par la suite de la Mayenne navigable, dans le département du même nom, soulèvera une seconde fois toutes ces questions dans un but pratique, et j'y renvoie, et dès maintenant, pour plus ample documentation.

Nous avons vu, chapitre III, les titres à faire valoir pour établir l'existence légale d'une usine sur les cours d'eau non navigables; pour celles situées sur les cours d'eau navigables, c'est l'édit signé à *Moulins* en 1566, qui, rendant inaliénable le domaine public, consacre implicitement les droits des détenteurs de toutes les concessions antérieures.

Un décret récent du 1er août 1905, prévu par l'article 12 de la loi que nous venons de transcrire, donne toutes les indications utiles en ce qui concerne la forme des demandes en établissement de barrage sur les cours d'eau non navigables ou en autorisation

d'utiliser les chutes existantes sur les cours d'eau du domaine public ou même d'en créer de nouvelles.

Nous voyons donc clairement la situation fort différente créée par la loi pour deux usiniers exploitant les cours d'eau français; une grande réserve s'impose aux premiers, locataires en quelque sorte de l'État. Dans le cas des rivières non navigables, les préoccupations de l'Administration sont toutes différentes, car elle voit avec peine des ressources improductives à la portée de leurs propriétaires. La Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles est même tentée de leur dire : « Vous avez entre les mains une fortune, permettez-moi au moins de vous indiquer les meilleurs moyens de la faire fructifier. » Les nouveaux exemples concernant l'emploi de l'eau à la production de l'électricité, que j'ai relevés dans une région de la France, visitée avec quelque détail à ce point de vue, et qui feront l'objet de la deuxième partie de cet ouvrage, ont provoqué les encouragements que n'a cessé de me témoigner cette Administration. Ces sentiments de reconnaissance se sont déjà fait jour dans la dédicace.

J'ai encore été tenté de désigner par une image parlant à l'imagination, comme celle de la houille verte, l'état de l'utilisation des rivières navigables, et j'avais songé au terme métaphorique aussi de *houille jaune;* en effet ces rivières au cours déjà majestueux ne serpentent plus dans les riantes prairies et se sont éloignées depuis longtemps des frondaisons verdoyantes des forêts; leurs masses devenues imposantes, telles la Seine ou la Loire, ont perdu toute limpidité et sont souvent colorées du limon qu'elles entraînent; en temps de crue, cette nouvelle dénomination n'aurait même rien d'exagéré. Finalement, suivant le cours de ces rivières jusqu'à leur embouchure dans la mer *bleue* à son état normal et calme, on trouve encore ces moulins de marée dont il vient d'être question et au régime alternatif présentant un cas tout particulier, régime alternatif peu propre bien entendu à l'éclairage électrique, le jeu des marées se faisant sentir aussi bien le jour que la nuit.

Je n'insisterai pas sur ces deux nouvelles dénominations des forces hydrauliques, faisant toutefois observer que ce ne sont après tout que des classifications telles que nous en présente la zoologie entre autres. Les vertébrés ne sont-ils pas divisés en cinq classes : mammifères, oiseaux, batraciens, reptiles et poissons? Nous aurions

un classement analogue avec les houilles *blanche*, *verte*, *jaune* et *bleue*, si l'on descend un cours d'eau de sa source vers son embouchure.

Pour m'excuser d'avoir copié *textuellement* des articles de loi, je puis citer l'importance peu saisissable pour les profanes des expressions suivantes ; il ne s'agit pas ici d'une virgule, mais on jugera cependant de la *nuance administrative* des termes propres ; ainsi, pour le commun des pêcheurs, une pêche *extraordinaire* ne diffère pas beaucoup d'une pêche *exceptionnelle*, car elles sont bonnes toutes les deux. Cependant, la première est la permission accordée de prendre de toute façon un poisson nuisible parce qu'il est devenu trop abondant, tel le brochet dans certains cas ; l'autre pêche, la pêche exceptionnelle, est l'autorisation de prendre du poisson qui est en souffrance, si l'expression est permise, c'est-à-dire lorsque, par suite d'un curage, d'une mise à sec, le poisson est exposé à périr.

Au milieu de tout cela, il n'y a que les poissons qui sont sûrs de leur affaire : c'est, dans un cas comme dans l'autre, d'être frits après avoir été pêchés.

CHAPITRE VIII

ROUES ET TURBINES

Ce chapitre pourrait s'appeler indifféremment *Roues et turbines* ou *Turbines et roues.* Ces deux moteurs hydrauliques peuvent être placés du reste tout aussi facilement dans la position verticale que dans la position horizontale. Chacun d'eux a ses partisans et ses adversaires, et j'ai entendu des ingénieurs compétents chercher à prouver la supériorité de la roue sur la turbine en déclarant que des fabricants de turbines se servaient parfois de roues. Ce n'est pas impossible; il serait plus sage de reconnaître que, s'ils en usaient ainsi, c'est que la hauteur de la chute et même le débit les y avaient engagés, ou encore que leur fabrication ne nécessitait pas de grandes vitesses. Au contraire, dès qu'il s'agit

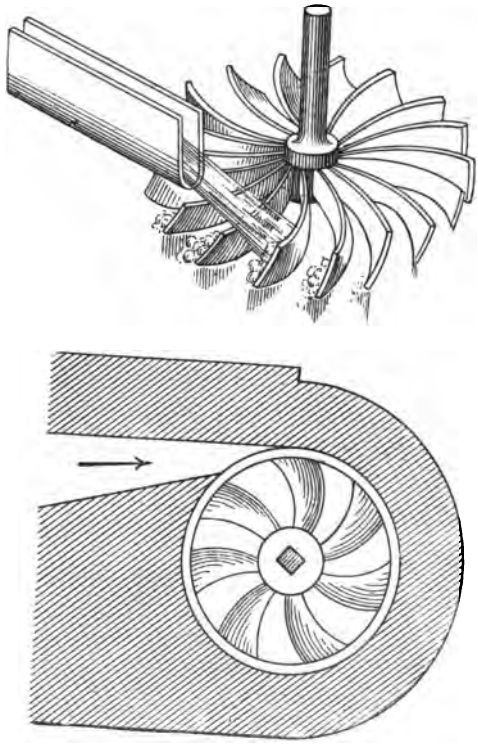
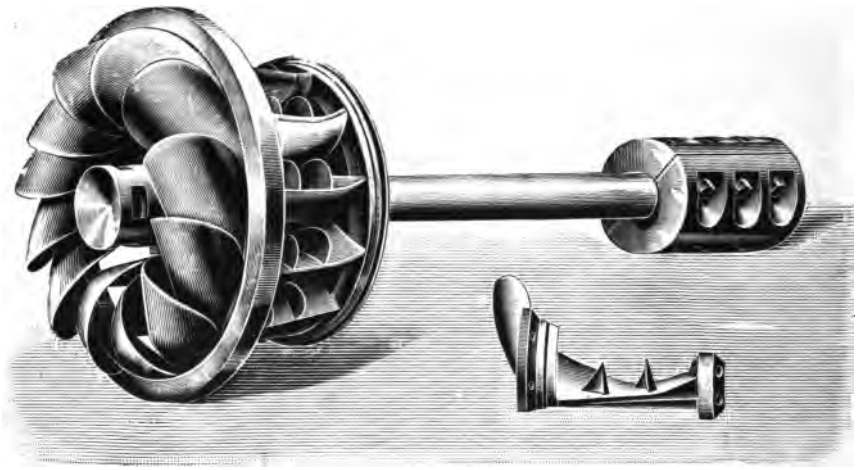


Fig. 35. — Roue dite *à cuiller*, rendement environ 15 0/0 (moteur hydraulique connu des Arabes).

d'actionner des dynamos et surtout les petites ou moyennes demandant de grandes vitesses, on perd dans les engrenages ou multiplications par poulies et courroies ce que la meilleure roue toujours lente a pu (et encore ?) gagner en rendement sur sa rivale.

La turbinette de M. Max de Nansouty répond bien à la proprette, mais rageuse petite dynamo.

Lorsque l'on visite Tolède, on ne manque pas de vous montrer, sur les rives escarpées du Tage, l'emplacement choisi par les Arabes victorieux de l'Espagne, pour y établir leurs moulins à eau. D'autres



Communiqué par MM. Singrün et Cie, Épinal.

FIG. 36. — Aubage de la turbine moderne, rendement 85 0/0 (turbine Hercule-Progrès, récepteur).

Arabes, en Algérie, utilisent encore ce moteur hydraulique que l'on a surnommé *roue à cuiller* (*fig.* 35) ; je crois intéressant d'en rapprocher la turbine moderne. Ce sont bien là, après tout, deux turbines à axe vertical, mais quelle différence de rendement fort explicable quand on regarde avec soin la forme des aubes ; l'art de l'ingénieur moderne y a apporté son *fini* habituel. Dans la première, l'eau n'agit que par le choc, et toute cette écume (ce flot d'*ergs*, pourrait-on dire) c'est du travail perdu comme lorsque la nappe liquide se précipite en pure perte d'un déversoir ou d'une cascade naturelle. Dans la seconde, les *ergs* caresseront des formes arrondies, rien ne sera perdu, l'eau sortira sans écume d'une turbine toujours noyée, lui cédant au passage la presque totalité de son énergie ; l'admission

de l'eau est sagement combinée : au lieu d'une simple rigole en bois, un distributeur dirigeant le filet de l'eau au point où il agira; enfin le mouvement sera doux et régulier, ne laissant percevoir aucun clignotement dans une lampe électrique, et cela sans même qu'il soit utile d'employer des accumulateurs, souvent nécessaires comme tampons avec le piston de la machine à vapeur. Chez moi, à la campagne, je m'aperçois bien au voltmètre du passage des boucles des courroies sur les poulies de transmission, mais je ne puis en distinguer l'effet sur une lampe.

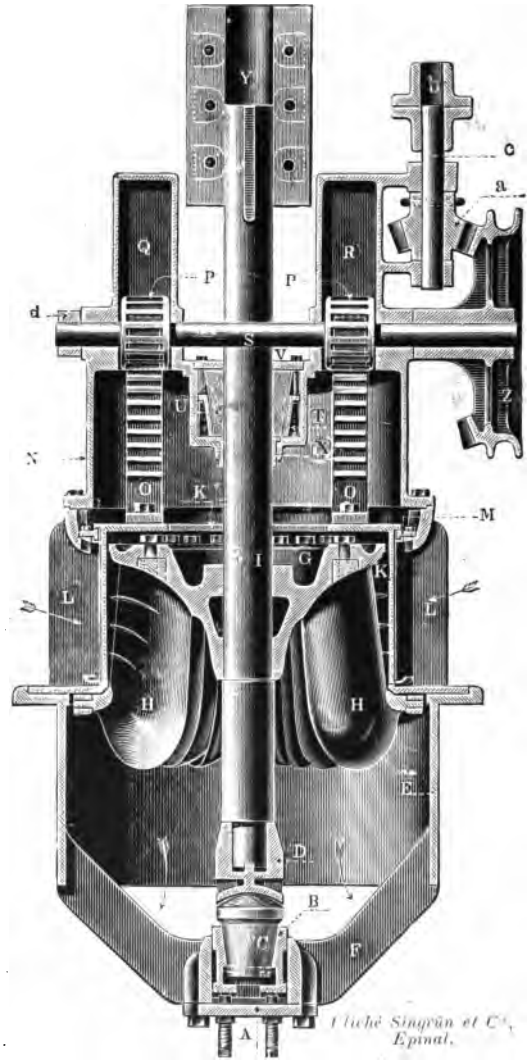


Fig. 37. — Turbine à axe vertical (Hercule-Progrès, Singrün)

I, axe vertical. — C, pivot sous la crapaudine. — H, aubes. — L, aubes directrices du courant. — K, vanne. — O, crémaillère manœuvrant la vanne.

Craignant d'étendre trop ce chapitre, je me borne à constater que, dans la roue Pelton, sorte de turbinette, pourvue d'aubages aux formes scientifiquement étudiées, on retrouve la position horizontale de l'arbre des roues telles qu'on les conçoit le plus généralement. Les figures 38 et 39 montrent quelques types de roues bien connus, prises toutes deux dans les départements de la région Normande. Une des roues les plus recommandables comme rendement est

la roue Sagebien; pour braquer sur elle l'objectif d'un appareil photographique, il faut avoir la chance de se trouver là pendant les travaux de réparations, car ensuite on a soin de protéger, par un abri en maçonnerie ou planches, les palettes d'une roue qui, restant humides pendant les arrêts, seraient exposées aux ardeurs du soleil. Les figures 94 et 116 représentent cette disposition.

Un autre défaut de ces grandes et belles roues, c'est d'être fort coûteuses; puis encore, elles sont encombrantes; la turbinette se

Fig. 38. — La roue Sagebien du moulin de Quincampoix, sur la Rille, en réparation (Eure).

logera n'importe où, et sera toujours satisfaite pourvu que vous lui ameniez, par une conduite d'un diamètre suffisant, la quantité d'eau qui lui sera nécessaire, et que vous assuriez l'écoulement bien régulier de cette eau à la sortie.

Enfin n'oublions pas que, si l'on avait (j'en ai cité un exemple au chapitre IV, p. 25) construit dans la Manche, à Mortain, une roue de 13 mètres de diamètre (presque une rivale de la Grande Roue... de Paris), on a pu la remplacer, depuis, par deux turbines. Autrefois encore on disposait, dans un même établissement, lorsque la chute était suffisamment élevée, deux roues recevant l'eau suc-

cessivement; on les appelait *roues superposées*. J'ai encore vu un exemple de ce cas dans le Calvados (près Thury-Harcourt).

La photographie produite (*fig.* 39) mérite bien notre attention par la médiocre impression qu'elle nous laissera, lorsque l'on apprendra qu'on pouvait utiliser à ce barrage une puissance de 143 chevaux sur la Vire navigable, à Tessy. On peut se demander quel en fut le constructeur primitif. Tous les enfants ont plus ou moins fabriqué des roues, profitant de n'importe quel ruisseau; on barbote, c'est déjà un bonheur. Un couteau, un bout de planchette,

FIG. 39. — Ancienne roue à palettes, sur la Vire canalisée à Tessy (Manche).

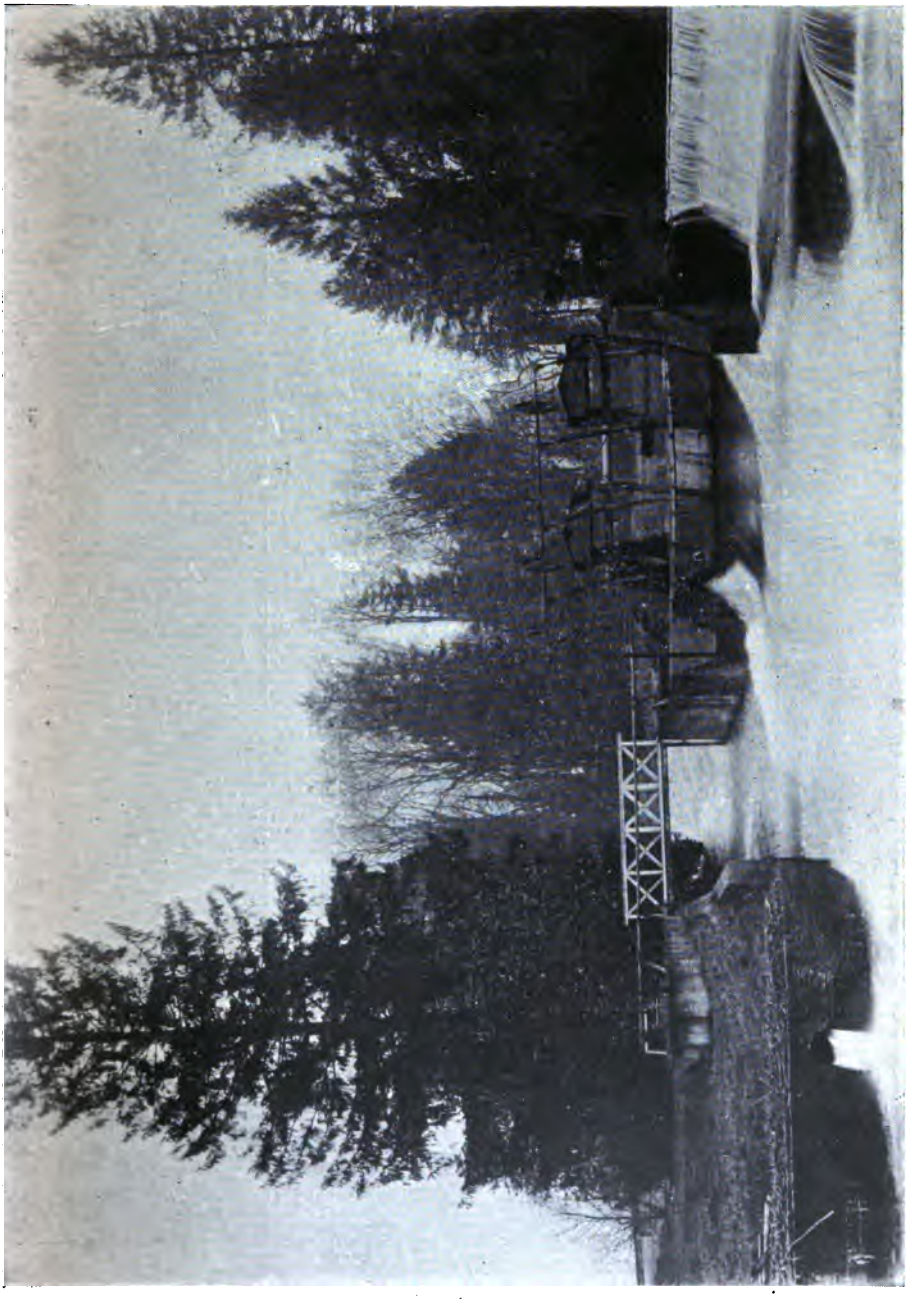
un bois rond suffisent à ce travail, et ça tourne toujours un peu. Cette roue primitive a été sans doute aussi l'enfance de l'art hydraulique : on l'a appelée *roue à palettes*.

Les grands enfants qui avaient établi la roue photographiée à Tessy ont eu des héritiers plus pratiques, et l'on ne s'étonnera pas d'apprendre, en examinant les emplois hydro-électriques du département de la Manche, que, si l'on a gardé cet instrument hydraulique archaïque pour écraser parfois un peu de moutures pour les bestiaux, on lui a adjoint une bonne turbine actionnant le jour une scierie, le soir venu, une dynamo pour l'éclairage, et le restant de la nuit, chargeant des accumulateurs. Mais, avec une chute éle-

vée, on peut avoir recours surtout à la *roue à augets;* avec celle-ci, l'eau arrive par le dessus, remplit des compartiments et agit par son poids, mais jusqu'à la moitié de la hauteur de la roue environ, puisque, arrivée là, il faudra bien qu'elle en ressorte, et c'est autant de perdu de la hauteur de la chute.

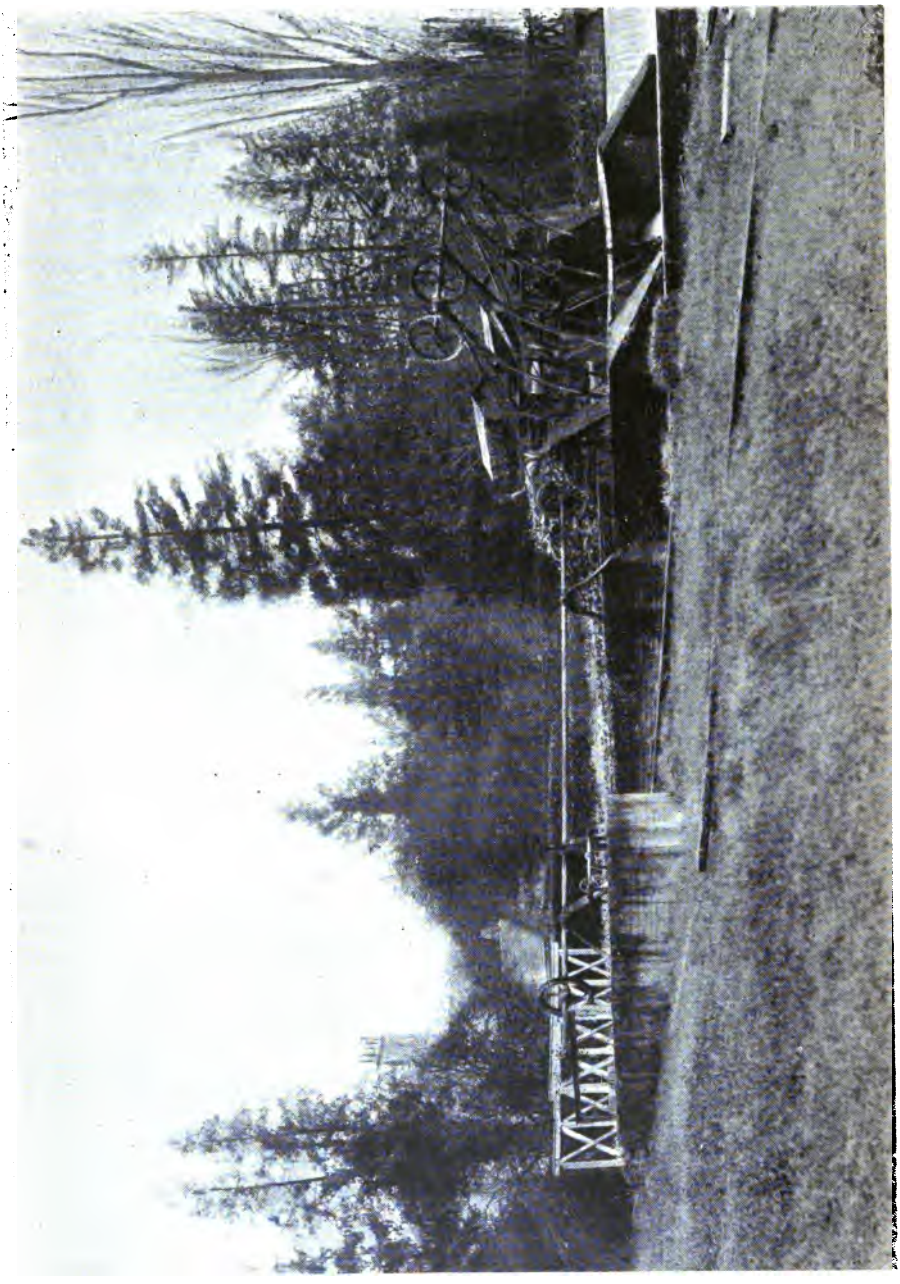
Fig. 40. — Vannes coupées formant déversoir pour niveau abaissé provisoirement [les Masselins, à Chandai (Orne)].

Notre rôle impartial nous oblige à signaler cependant un des défauts des turbines; comme tout organisme délicat, elles veulent de l'eau bien propre, nécessitant des grilles plus fines que les roues retenant les malpropretés trop fréquentes dans les rivières, et, s'il surgit à l'automne un bon coup de vent, les feuilles mortes, armée lilliputienne, boucheront les grilles, ligotteront à chaque instant le géant. Il faut se méfier de cette couche dorée, mais traîtresse, de



Communiqué par MM. Hebert et Viste, Pont-Audemer.

FIG. 41. — Vannes régulatrices de niveau d'eau (brevetées S. G. D. G.) sur la Rille (Eure), pouvant débiter 12.000 litres par seconde (vue de face).



Communiqué par MM. Hebert et Visto.

FIG. 42. — Vannes régulatrices de niveau d'eau sur la Rille (vue de trois quarts).

feuilles mortes ; cet inconvénient s'est présenté quelquefois chez moi, et il est insurmontable ; il ne reste alors qu'à allumer les anciennes lampes qui, du reste, sont toujours prêtes, pour parer à l'imprévu. Ce détail est aussi bien connu, même pour les puissantes chutes d'eau de la Suisse : on dit que les grilles sont *feutrées*.

Si l'on a des accumulateurs, naturellement le mal est moindre. M. Max de Nansouty, dont le nom revient souvent ici, et c'est toute

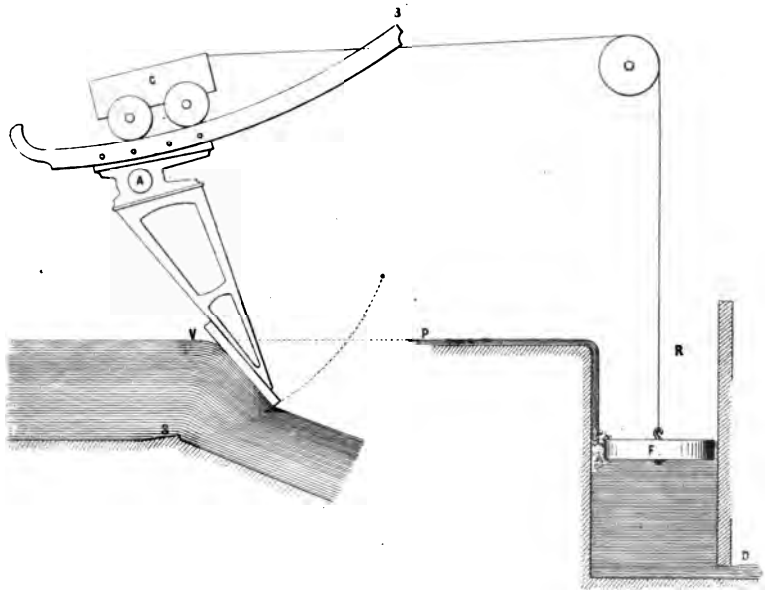


FIG. 43. — Appareil régulateur de niveau d'eau, en amont des usines hydrauliques (breveté S. G. D. G.).

V, vanne. — A, axe élevé. — S, seuil. — C, chariot lesté roulant sur rails courbés. — R, réservoir alimenté par le niveau du bief. — D, dépense d'eau *invariable*. — F, flotteur actionnant le chariot C agissant comme levier sur la vanne V.

justice, puisqu'il s'est déclaré l'ami intelligent des turbines, a indiqué le moyen suivant pour obvier à ce grave défaut. On peut, à cette époque de la chute des feuilles, pouvant durer trois semaines ou un mois, suivant les contrées, mais avec des intermittences, placer en avant des turbines une légère fermeture provisoire, coupée vers le milieu par un tambour garni de grillage métallique que la turbine entraîne dans sa course ; les feuilles viendront se coller contre le devant du grillage, puis, quand le tambour aura fait un quart de tour, le courant les en détachera au passage, elles tourbil-

lonneront quelque temps dans la chambre à eau et seront finalement entraînées à travers la turbine, à laquelle elles ne sont, du reste, plus nuisibles. Toutefois, cette disposition devra être préservée par une première grille aux barreaux assez espacés pour laisser passer les feuilles, mais retenant les épaves de nature à arrêter la marche du tambour, tels que branches, soliveaux et jusqu'aux... palettes des moulins supérieurs qu'il m'est arrivé de repêcher dans la rivière.

Dans ce chapitre, consacré aux moteurs hydrauliques, on ne peut négliger la question des déversoirs, un des éléments obligé et nécessaire de tout barrage. Ils sont généralement destinés, par leur création même, à ne permettre l'écoulement de l'eau qu'en cas de crue, de force majeure, et sont établis à la hauteur même du repère fixé par l'Administration, après accord avec les riverains intéressés. Afin de garder sa plus belle hauteur à la chute d'eau, on s'en approche le plus possible; on doit cependant se bien garder de l'atteindre. En cas de surabondance d'eau, comme c'est généralement mon cas, on peut diminuer la hauteur de la chute en enlevant la partie supérieure des vannes de décharge, et retrouver facilement, la hauteur totale quand le besoin des irrigations se fait sentir, en rapportant sur la crête de ces vannes des pièces mobiles. La figure 40 montre cette disposition. Dans d'autres cas, et surtout si les vannes de décharge sont assez éloignées de l'usine, ou encore si l'on désire s'éviter la peine de les manœuvrer, manœuvre souvent délicate, on peut avoir recours à des vannes régulatrices dont les photographies ci-jointes (*fig.* 41 et 42) complètent le schéma descriptif (*fig.* 43). Le principal dispositif est l'action du flotteur faisant agir un poids comme levier pour l'ouverture ou la fermeture de ces ingénieuses vannes. Un bon témoignage du succès de cet appareil est l'application que les inventeurs en ont faite chez eux, à Montfort-sur-Rille; la photographie que je produirai alors dans le département de l'Eure (*fig.* 111) a été prise par moi-même et confirme le proverbe qu'ils ont appliqué : Charité bien ordonnée commence par soi-même.

Pour terminer ce chapitre, les indications nécessaires pour se renseigner sur un des facteurs d'une force hydraulique, le débit :

« Pour connaître la quantité d'eau passant sur un déversoir, il « suffira de mesurer, avec précision, l'épaisseur h de la lame d'eau,

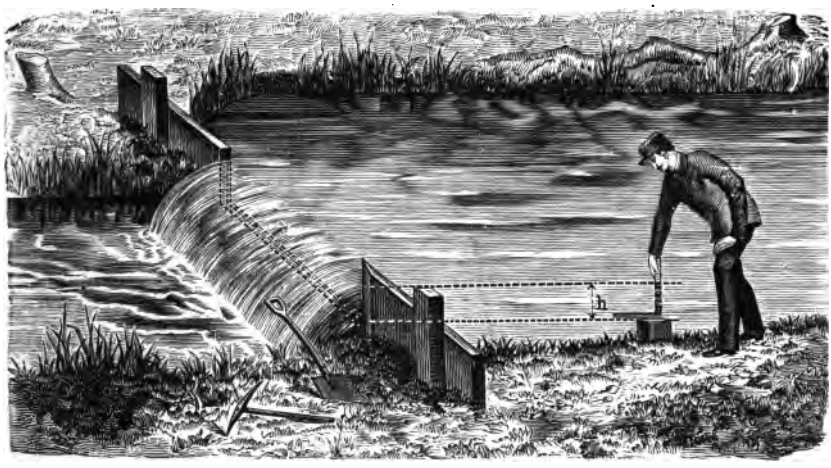


FIG. 44.

Table des Débits par Mètre de Largeur du Déversoir

h	Litres par seconde	h	Litres par seconde	h	Litres par seconde	h	Litres par seconde	h	Litres par seconde
m		m		m		m		m	
0,01	1,8	0,27	251	0,53	692	0,79	1260	1,25	2501
0,02	5	0,28	265	0,54	712	0,80	1283	1,30	2659
0,03	9	0,29	280	0,55	732	0,81	1308	1,35	2814
0,04	14	0,30	294	0,56	752	0,82	1332	1,40	2971
0,05	20	0,31	309	0,57	772	0,83	1357	1,45	3132
0,06	26	0,32	324	0,58	792	0,84	1383	1,50	3295
0,07	33	0,33	340	0,59	813	0,85	1406	1,55	3462
0,08	40	0,34	355	0,60	834	0,86	1431	1,60	3630
0,09	48	0,35	371	0,61	855	0,87	1458	1,65	3802
0,10	56	0,36	387	0,62	876	0,88	1481	1,70	3977
0,11	65	0,37	403	0,63	897	0,89	1506	1,75	4153
0,12	74	0,38	420	0,64	918	0,90	1532	1,80	4332
0,13	84	0,39	436	0,65	940	0,91	1557	1,85	4514
0,14	94	0,40	453	0,66	962	0,92	1583	1,90	4598
0,15	104	0,41	470	0,67	984	0,93	1609	1,95	4884
0,16	114	0,42	488	0,68	1006	0,94	1635	2,00	5074
0,17	125	0,43	505	0,69	1028	0,95	1661	2,10	5459
0,18	137	0,44	523	0,70	1051	0,96	1687	2,20	5854
0,19	148	0,45	541	0,71	1073	0,97	1714	2,30	6257
0,20	160	0,46	559	0,72	1095	0,98	1740	2,40	6669
0,21	172	0,47	578	0,73	1119	0,99	1767	2,50	7091
0,22	185	0,48	596	0,74	1142	1,00	1794	2,60	7521
0,23	197	0,49	615	0,75	1165	1,05	1930	2,70	7959
0,24	210	0,50	634	0,76	1189	1,10	2069	2,80	8405
0,25	224	0,51	653	0,77	1212	1,15	2212	2,90	8860
0,26	237	0,52	672	0,78	1236	1,20	2358	3,00	9321

« et l'on trouvera dans le tableau le nombre de litres passant par « seconde et *par chaque mètre de largeur du déversoir.* »

FIG. 45. — Un des deux coursiers de l'ancienne Tréfilerie de Chandai, inutilisé (chute de $1^m,65$).

Il passe ici environ 100 litres par seconde, ce qui fait encore 165 kilogrammètres et finalement 2 chevaux ou 20 lampes.

Enfin, comme toujours, la figure 45 apporte le témoignage photographique à l'appui de ce qui précède.

CHAPITRE IX

MOTEURS DE SECOURS ET ACCUMULATEURS

Tous les deux sont d'un bon secours pour les forces hydrauliques, aussi bien pour les plus importantes que les plus minimes; on les trouve réunis parfois dans un même établissement; d'autres fois, on n'a recours qu'à l'un des deux; quand on peut s'en passer, c'est évidemment mieux, mais cela dépend *avant tout* de la proportion entre l'usage exigé et la puissance effective d'une force hydraulique; on entend par là non pas sa puissance moyenne, mais bien les variations que cette puissance même subit. C'est ce qui a déjà été expliqué en partie dans le premier chapitre au sujet des *chevaux périodiques*. En un mot, les moteurs de secours sont des chevaux de renfort pour passer, gravir, pour ainsi dire, les parties des courbes des débits des rivières au point défectueux.

Par moteurs de secours, j'entends toutes les machines auxiliaires, aussi bien celles au charbon que le moteur à essence; je ne préfère pas plus la turbine à vapeur que la nouvelle utilisation du gaz pauvre; enfin, lorsque l'alcool pourra utilement prendre rang parmi ceux-ci, ce sera encore tout bénéfice pour l'agriculture, l'alcool étant un produit indirect et renouvelable de la terre, et non un capital légué par la période préhistorique de notre globe, comme la houille.

Il reste entendu que nous n'entamerons pas ici un cours de mécanique; les ouvrages traitant des moteurs en général ne manquent pas.

Ce qu'il nous faut considérer en premier lieu, c'est le combustible, qui se dépensera dans ces moteurs de secours, et il n'est pas sans intérêt, au moment d'aborder la question, de renvoyer aux belles paroles de M. Paul Leroy-Beaulieu, déjà citées au chapitre I. Une fois le charbon brûlé, il ne reste plus que de la

cendre, ne reconstituant jamais du charbon ; c'est donc *indéniablement* une dépense à porter au *devoir* du compte de caisse terrestre et qui ne se balance pas. Sans lui attribuer une importance excessive, ce fait a commencé à préoccuper les générations actuelles ou, du moins, le monde scientifique ; certaines contrées très productives en houille ont été jusqu'à vouloir connaître leur actif dans ce compte capital du charbon. Du nombre est l'Angleterre, la principale importatrice en France, et, par conséquent, cet essai d'inventaire nous regarde aussi tant soit peu.

Le Gouvernement Anglais a nommé à cet effet, en décembre 1901, une Commission chargée d'étudier la quantité de charbon encore exploitable à l'heure actuelle dans les mines de ce pays. Cette Commission vient de publier la première partie de son rapport. Elle estime cette quantité à 101 milliards de tonnes, chiffre supérieur d'environ 10 0/0 à celui admis par la Commission nommée en 1871. Cette augmentation provient, d'une part, de la différence entre les surfaces exploitables admises par les deux commissions, et, d'autre part, de sondages récents, qui ont permis de mieux connaître la puissance des couches de houille. Dans son estimation, elle considère comme exploitables toutes les couches ayant plus de $0^m,30$ d'épaisseur jusqu'à une profondeur de 1.200 mètres. Si, cependant, suivant l'avis de certains ingénieurs, on admet une profondeur exploitable de 1.500 mètres, cette quantité serait augmentée d'au moins 5 milliards de tonnes.

Si, à ces mines actuellement concédées, on ajoute celles encore non concédées, mais dont l'existence est toutefois reconnue, y compris celles au-dessous de la mer, on trouve un supplément d'environ 39 milliards de tonnes, en s'arrêtant à 1.200 mètres de profondeur.

Jusqu'à 1.200 mètres de profondeur, 79.3 0/0 de la masse de charbon exploitable se trouve, d'après la Commission, dans des couches de plus de $0^m,60$ d'épaisseur et 21,6 0/0 dans des couches dont l'épaisseur varie entre $0^m,45$ et $0^m,60$.

Cette quantité exploitable de 101 milliards de tonnes représente, en admettant l'extraction annuelle de 230 millions de tonnes par an, une durée de plus de quatre cents ans : *durée pouvant être réduite, il est vrai*, par l'accroissement de l'extraction annuelle de la houille (*elle est actuellement de* 2,5 0/0 *de la réserve totale*) et par l'accroissement de l'exportation *qui est de* 4,5 0/0, mais qui pourra être

compensée par les 5 milliards en réserve entre les profondeurs de 1.200 et 1.500 mètres.

Ces lignes sont extraites du journal *la Nature* du 15 avril 1905, qui passe généralement pour une publication des plus sérieuses et des plus sûrement documentées. J'ai préféré cette citation *textuelle*, ne voulant pas m'exposer à être suspecté d'exagération, en produisant des appréciations qui ne peuvent être que favorables à la houille verte.

Cette même publication, *la Nature* (9 novembre 1901), va nous dire brièvement par des chiffres le *mouvement* commercial du charbon en France ; ces chiffres, comme ceux qui vont nous servir pour l'estimation des forces hydrauliques de la deuxième partie de cet ouvrage, résultent des dernières statistiques officielles, celles concernant 1899. La France a extrait, cette année-là, de son propre sol, 32.863.000 tonnes de combustible d'une valeur de 407 millions de francs. La consommation en cette année 1899 s'élevant à 45.228.000 tonnes, notre production n'atteignit donc que les trois quarts (75 0/0) de ce qui nous est nécessaire.

L'importation d'environ 13 millions de tonnes se répartit ainsi, quant à sa provenance :

Angleterre	6.720.000,	soit 50,3 0/0
Belgique	5.752.000	— 35,5 —
Allemagne	1.871.000	— 14,0 —
Autres pays	27.000	— 0,2 —

Comme nous exportons aussi un peu, les houilles étrangères atteignent même 29,5 0/0 de notre consommation.

Pour terminer ce sujet, je puis encore donner ci-dessous, d'après des données sérieuses (*Économiste français* du 19 mars 1904 : *les Charbons dans le monde*, Ed. Lozé), les prix moyens de la tonne de houille aux lieux d'extraction et de consommation pour vingt années consécutives :

1883	12f,50	21f »	1893	11f,49	20f,03
1884	12 ,33	21 »	1894	11 ,22	19 ,73
1885	11 ,73	20 ,89	1895	10 ,01	19 ,66
1886	11 ,10	19 ,75	1896	10 ,84	19 ,44
1887	10 ,63	19 ,75	1897	10 ,85	18 ,73
1888	10 ,31	19 ,12	1898	11 ,22	19 ,46
1889	10 ,42	20 ,38	1899	12 ,41	22 ,89
1890	11 ,94	22 ,54	1900	14 ,95	26 ,57
1891	13 ,25	21 ,61	1901	15 ,69	25 ,59
1892	12 ,40	20 ,38	1902	14 ,55	23 ,72

D'après cette même statistique, publiée annuellement par le Ministère des Travaux publics, examinons tout de suite la situation de nos huit départements de la région Normande et même produisons-les sous la forme d'un tableau (p. 83), y joignant encore la production minérale, qui offre un certain intérêt, après les considérations géographiques du chapitre IV.

Pour achever la constatation du dualisme des emplois des houilles noire et verte dans l'Orne, nous produisons les deux cartes suivantes : La première carte, celle que nous retrouvons plus loin à sa véritable place en traitant des usines hydrauliques du département de l'Orne, fut produite *telle qu'elle figure ici* (*fig.* 46) dans *le Petit Temps* du 23 avril 1903 et était accompagnée d'un article intitulé *la Houille verte française*, sur la haute portée duquel nous aurons l'occasion de revenir par la suite. La seconde (*fig.* 47) est celle que j'ai établie d'après le tome I de la publication : *Répartition des forces motrices en* 1900, qui est consacrée aux *Moteurs à vapeur ;* elle va nous donner très exactement les principaux emplois de ces forces à cette époque.

A l'encontre des forces hydrauliques, les machines à vapeur se fixent n'importe où, telles que les machines à battre, les pompes d'épuisement, les rouleaux compresseurs des routes et surtout... les locomotives ; c'est même leur raison d'être, et leur nom l'indique assez ; ces dernières ne sont pas comprises dans l'état présent, étant recensées en bloc et par compagnie de chemin de fer. Il m'a donc fallu grouper ces forces tant soit peu vagabondes, autour du nom de la commune, et ce groupement m'a suffi pour arriver au résultat que l'on saisit sur la seconde carte. Par conséquent, la grandeur des ronds portés à l'emplacement même de chaque commune est proportionnelle au nombre de chevaux-vapeur utilisés dans cette commune. Du reste, la légende précise encore mieux ce classement.

Nous remarquons tout d'abord que, sur les 511 communes de l'Orne, il n'y en a que 161 à abriter au moins une machine à vapeur ; les forces hydrauliques, naturellement plus éparpillées, s'étendent sur 265 communes ; donc près du tiers en plus. La plus forte réunion est Flers, avec 1.922 chevaux au charbon répartis entre 23 établissements ; on sait que cette ville s'est élevée comme par un coup de baguette magique, et que les tissages y sont en majorité. C'est donc une reine créée par le charbon. Puis les usines de *Boisthorel* (com-

		ORNE	EURE-ET-LOIR	SARTHE	MAYENNE	MAINE-ET-LOIRE	MANCHE	CALVADOS	EURE	TOTAUX
Distribution des combustibles minéraux importés (commerce spécial; non compris les chemins de fer). La tonne de coke est comptée pour 1.350 kilogrammes de houille.	Anglais...	100.300	42.700	88.800	59.200	137.000	143.300	262.300	114.300	947.900
	Belge.....	»	42.200	»	»	»	»	»	»	42.200
	Allemand.	»	15.600	»	»	»	»	31.800	»	47.400
TOTAUX.....		100.300	100.500	88.800	59.200	137.000	143.300	294.100	114.300	1.037.500
Production de la houille et anthracite (tonnes, déchets déduits).....		»	»	40	49.957	13.345	»	»	»	63.342
Valeur en francs sur le carreau des mines.....		»	»	519	627.894	165.677	»	»	»	»
Concessions de mines de combustibles concédées au 1er janvier 1905.	Nombre.....	»	»	7	11	8	1	»	»	27
	Superficies en hectares...	»	»	19.730	13.038	12.018	4.761	»	»	49.547
Concessions de mines de fer concédées au 1er janvier 1905.	Nombre.....	4	»	»	»	7	3	14	»	28
	Superficies...	4.745	»	»	»	9.155	2.917	7.704	»	24.511
Concessions de mines métallifères concédées au 1er janvier.	Nombre.....	»	»	»	1	»	1	»	»	2
	Superficies...	»	»	»	841	»	407	»	»	1.248
Production de la tourbe (tonnes).....		»	»	1.120	»	30	50	»	»	1.200
Valeur en francs.....		»	»	2.400	»	390	400	»	»	»

mune de Rai-sur-Rille, près Laigle) occupent le second rang avec

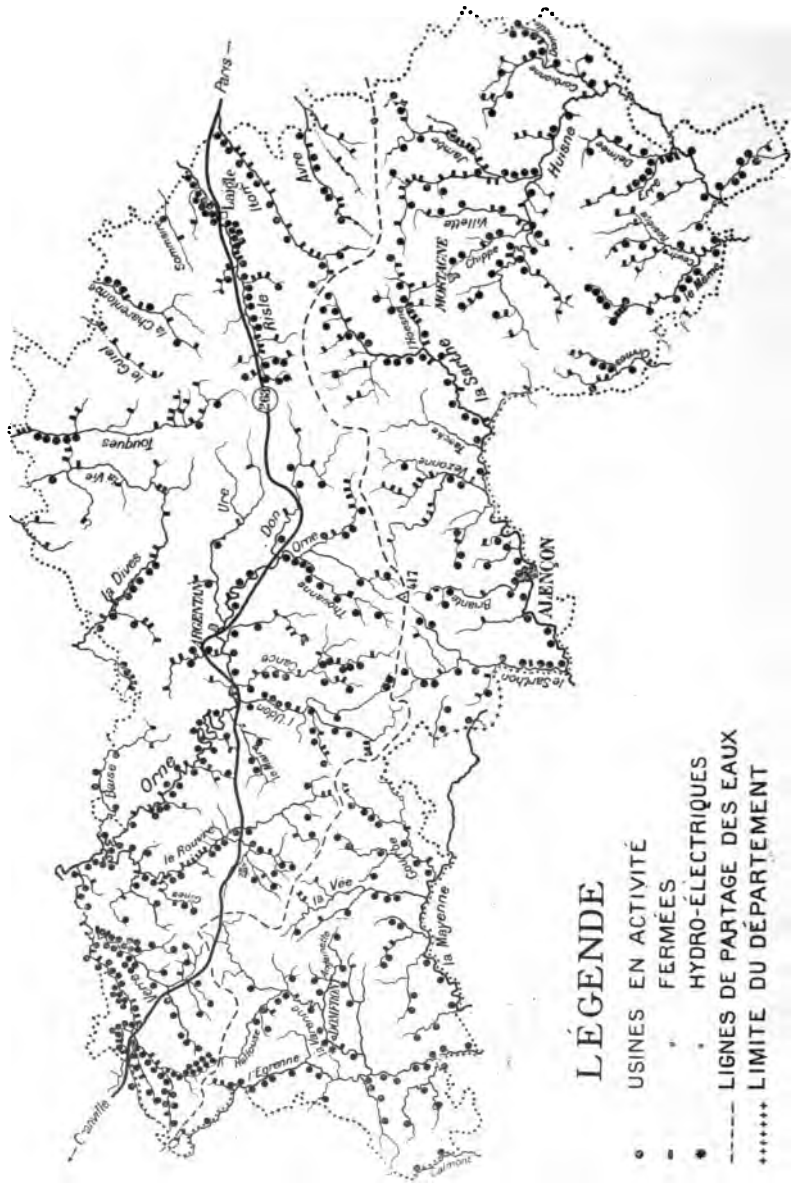


Fig. 46. — Carte de l'Orne, ayant paru dans *le Nouvelliste de l'Orne* du 4 mai 1902, et reproduite ainsi dans *le Petit Temps* du 23 avril 1903.

1.652 chevaux ; elles produisent une grande quantité de fils et câbles pour l'électricité ; c'était, au début, une simple tréfilerie... hydrau-

lique. *La Ferté-Macé* arrive ensuite avec 687 chevaux, dans 16 éta-

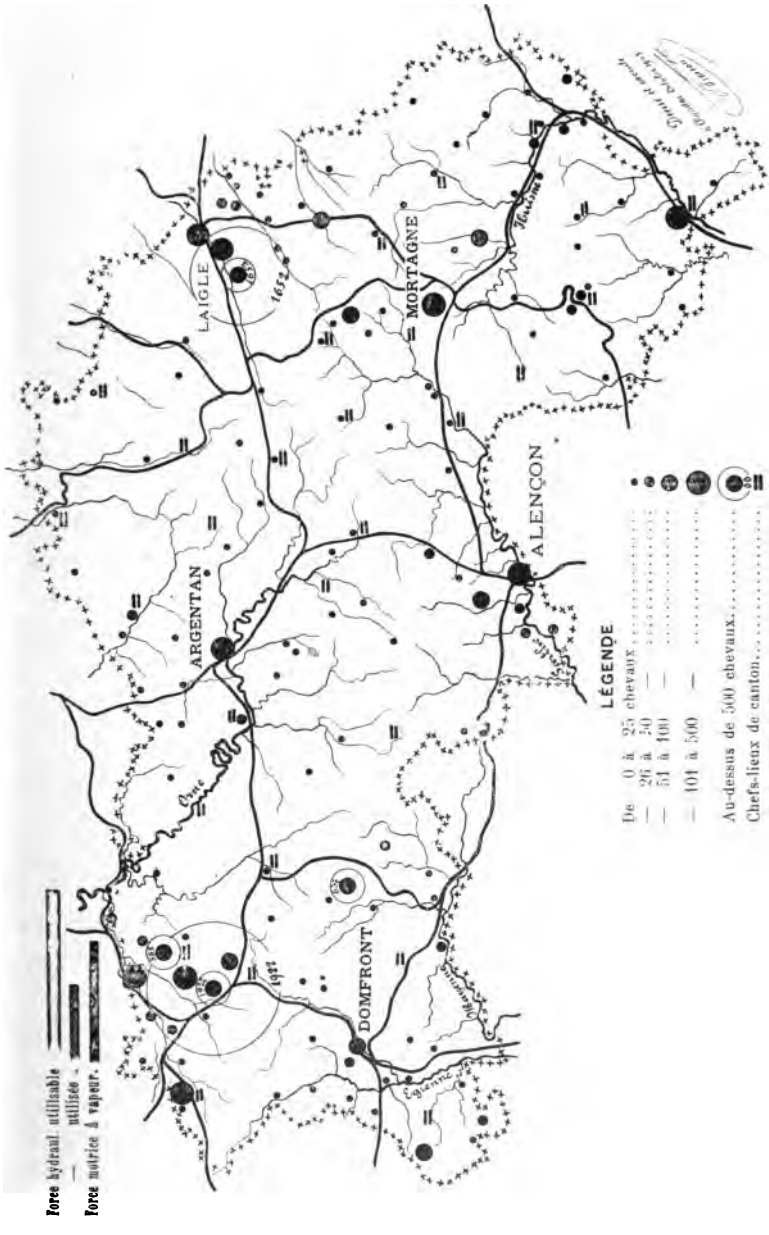


FIG. 47. — Répartition, par communes, des forces motrices à vapeur dans l'Orne, en 1900.

blissements, la plupart de tissage; enfin, les 5 filatures et tissages qui emploient conjointement des forces hydrauliques et à vapeur

atteignent dans la commune d'*Athis* 586 chevaux au charbon. Sur ces quatre points, l'échelle exacte de mes ronds noirs eût été trop forte; ils auraient envahi la carte, mais un cercle placé autour et un chiffre mis à côté expliquent cette anomalie.

Un fait saute aux yeux en comparant les deux cartes : le charbon s'est porté sur les deux zones déjà les plus denses en forces hydrauliques : au Nord-Est, la vallée de la Rille; au Nord-Ouest, celle de la Verre. On peut donc dire qu'il n'y a eu ni concurrence, ni lutte entre les deux genres de forces motrices sur ces points extrêmes du département, où l'industrie avait déjà poussé depuis longtemps de profondes racines.

Une dernière remarque : l'extension prise par les moteurs au charbon se manifeste encore visiblement aux points de bifurcation des voies ferrées, la dispersion des produits fabriqués s'y trouvant facilitée.

J'ai cru intéressant de porter sur ma carte les lignes de chemin de fer. Ne sont-ce pas en quelque sorte les *rivières* qui déversent sur notre sol ces torrents de houille noire, mais non sans... y goûter en route?

Finalement, en 1900 on comptait dans l'Orne : 131 machines à battre le grain, 30 scieries mécaniques, 16 minoteries, 18 tissages divers et 13 filatures, enfin 13 ateliers de mécaniciens; puis les moteurs ne dépassant pas une dizaine de chevaux se répartissaient entre 123 emplois divers, jusques et y compris 1 pompe à incendie! Ce total de 344 moteurs au charbon, rapproché de celui de 512 chutes hydrauliques utilisées à la même époque, laisse encore l'avantage du nombre à celles-ci. (Le chiffre de 512 va se trouver détaillé à sa place en examinant le département de l'Orne.) La force nominale est de 7.000 chevaux-vapeur pour les moteurs au charbon, tandis que pour les forces hydrauliques de tout le département elle sera de 10.800 chevaux utilisables et 4.000 environ utilisés. La proportion est donc renversée : pour le charbon plus de chevaux, moins d'établissements. Du reste, les trois traits en haut de la seconde carte cherchent à rendre visible cette relation. Il faut espérer que l'on arrivera à mieux répartir entre ces deux modes d'énergie les exigences du travail industriel de ce département, puisque c'est possible, et alors l'Orne occupera un rang plus convenable parmi les départements de France et ne serait privé que pour la moitié de sa

force totale, en cas d'une disette de charbon, si l'on arrivait à demander autant de chevaux aux forces hydrauliques qu'aux moteurs à vapeur. Ajoutons que quelques machines, dans les scieries, peuvent bien se chauffer avec les croûtes et les déchets, mais cela n'altère pas beaucoup la dépense du charbon.

Il n'est pas sans intérêt de rapprocher le chiffre de 344 machines à vapeur, de celui que fournit un état analogue dressé vers 1850, époque également d'un grand recensement : on trouvait alors 25 machines à vapeur dans l'arrondissement d'Argentan, 9 dans celui de Domfront, 2 dans celui de Mortagne et aucune dans celui d'Alençon; total, 36 seulement! Comment pouvait-on vivre? On voit que le progrès ne marche pas sans quelques dépenses, et il est permis de supposer qu'à cette époque on ne songeait guère aux 45 millions de tonnes de charbon qu'il fallait déjà en 1900 à la France.

Le recensement de 1900, dont il vient d'être longuement question, a complètement négligé une source d'énergie, assez inconstante, il faut le reconnaître, que la grande statistique de 1850 avait cependant soigneusement relevée : celle des moulins à vent. Ils sont, comme je le prouverai par la suite, en traitant l'Eure-et-Loir, le plus souvent dans les pays de plaine, une compensation à l'absence de l'énergie possible à demander aux rivières. Il serait fastidieux d'en donner ici l'énumération par département et je renvoie à cet effet à un ouvrage facile à consulter à la Bibliothèque nationale de Paris (casier T : 532-7, t. II), me bornant à indiquer le nombre signalé alors pour les sept départements de la région étudiée : Orne, néant, région accidentée; Eure-et-Loir, 174, région plate; Sarthe, néant; Mayenne, 97, tient des deux; Manche, 29; Calvados, 5; Eure, 8; total, 313. Il serait intéressant d'en connaître le relevé à notre époque; pour ma part, j'en ai constaté beaucoup en activité dans la partie de la Beauce voisine de Châteaudun.

Après ces nombreuses remarques, je puis, sans autres commentaires, passer aux autres moteurs auxiliaires. Les moteurs à gaz des villes et les installations dites au gaz pauvre employant la plupart du temps le charbon, groupe du même ordre (usine à gaz minuscule pour un seul moteur), rentrent dans la catégorie précédente des machines consommant de la houille. Mais le récent moteur à pétrole ou à alcool mérite toute notre attention et à plusieurs

points de vue : il se fait pour de très petites forces et est, par conséquent, apte à s'associer aux forces hydrauliques également assez minimes; il se met en marche presque instantanément (dix minutes au plus pour les bons moteurs fixes), sans aucune perte de temps comme avec la machine à vapeur nécessitant un temps de chauffe préparatoire. Toutefois l'usage de l'alcool présente des inconvénients : les vapeurs d'eau résultant de l'alcool altèrent le moteur quand on le laisse sans un nettoyage très soigneux après chaque usage, tandis que le pétrole offre même cet avantage de permettre de longues interruptions et de retrouver au moment

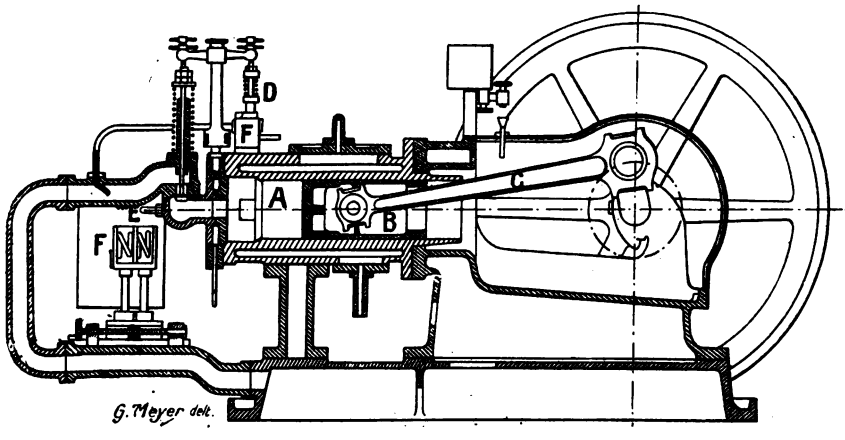


Fig. 48. — Moteur à pétrole.

A, cylindre. — B, piston. — C, bielle. — D, pompe à pétrole. — E, tube d'allumage. F, lampes d'allumage.

voulu un moteur qui n'en aura pas souffert. Quelques notions élémentaires sur cet intéressant petit auxiliaire me paraissent donc tout indiquées (*fig.* 48).

Tandis que les moteurs à vapeur se contentent de *deux temps* (introduction de la vapeur, puis échappement), il en faut *quatre* pour le moteur à pétrole, le piston et la transmission du mouvement à un arbre coudé par une bielle restant les mêmes que dans la machine à vapeur : 1° le piston lancé à la main aspire de l'air auquel se mêle un jet de pétrole pulvérisé ; celui-ci se vaporise, de telle sorte qu'à fin de course le cylindre est plein d'un mélange d'air et de vapeur de pétrole ; 2° le piston revient en arrière et comprime le mélange; 3° sous l'effet de la compression le mélange

pénètre dans un tube maintenu incandescent, par une petite lampe à pétrole souvent; l'allumage se produit et l'explosion chasse en avant le piston : c'est la *période de travail ;* 4° enfin, le piston revient de nouveau en arrière entraîné par la vitesse acquise et chasse les gaz brûlés hors du cylindre... pour recommencer.

C'est simple, mais il y a encore quelques questions d'allumage, réglage, graissage, etc..., qui demanderaient des explications un peu trop longues ici, toutes choses qui exigent des soins beaucoup plus minutieux qu'une turbine hydraulique par exemple. Nous ne pouvons cependant omettre d'ajouter que, sans la précaution nécessaire de maintenir une circulation d'eau froide dans certaines parties de ce moteur, l'explosion qui s'y produit pourrait ne pas se borner à chasser utilement le piston, mais bien provoquer des accidents graves; il faut donc avoir recours à ces moteurs, mais non sans les connaissances et la pratique exigées.

Ce nouveau moteur, fort répandu maintenant aussi bien pour l'automobilisme que pour la navigation de plaisance et qui, comme on le verra dans la deuxième partie, pénètre petit à petit dans le domaine industriel, nous incite naturellement à rechercher la provenance et les ressources disponibles, à l'intérieur du sol, de pétrole.

Le pétrole se trouve en général dans de vastes poches inclinées, où sont superposés, par ordre de densité, de l'eau, du pétrole et des gaz sous forte pression. Si la sonde perce la poche à sa partie supérieure, les gaz s'échappent et l'on est ensuite obligé de puiser le pétrole à l'aide de pompes. Si la sonde atteint au contraire la partie inférieure de la cavité, le liquide pressé par le gaz monte à la surface du sol et jaillit avec une force plus ou moins grande, parfois même avec une violence désastreuse. On cherche alors à capter l'huile dans de grands réservoirs creusés dans le sol où elle forme des lacs artificiels. On s'efforce surtout de boucher l'orifice du puits à l'aide d'une disposition qui permette de régler le débit.

L'origine du pétrole est encore incertaine. On a pensé tout d'abord, comme pour la houille, à la décomposition des anciens végétaux. Aujourd'hui on est plutôt porté à croire qu'il s'est formé aux dépens de matières organiques d'origine animale provenant de mers primitives. (On aurait pu s'en douter au parfum peu odorant des autos, ce qui s'explique encore puisque l'on consomme du pois-

son attendant depuis quelques siècles et manquant de fraîcheur.)

Une autre opinion très accréditée attribue l'origine du pétrole à l'action de l'eau sur des carbures métalliques contenus dans l'intérieur du globe : donc origine ignée. Dans le premier cas, les ressources seront aussi limitées comme celles du charbon; dans le

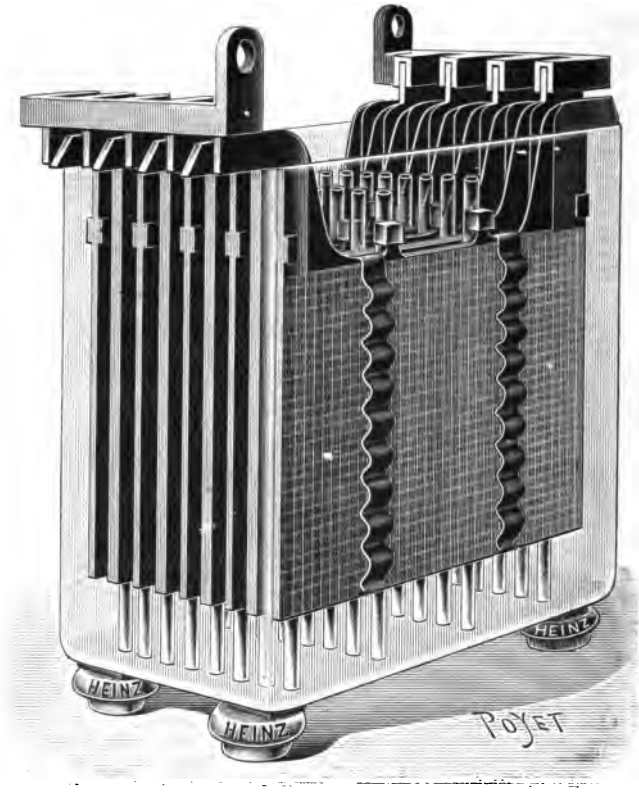


Fig. 49. — Type d'accumulateurs pour batteries fixes. — Bac en verre. Plaques positives et plaques négatives.

second cas, on... refroidit la terre; c'est tout simplement effrayant !

Cette histoire de bonnes ou mauvaises poches n'est pas inutile à retenir pour les Européens qui cherchent à... redorer leurs blasons en Amérique; en faisant leur choix, ils auront encore à souhaiter que le futur beau-père perce toujours de bonnes poches; dans ce cas, c'est le milliard assuré, mais autrement ce n'est vraiment pas la peine de courir si loin les chances de la fortune.

Il ne nous reste plus qu'à examiner un dernier mode de secours des petites forces hydrauliques, et c'est en même temps un de ceux qui promettent le plus d'espérances : l'*accumulateur* (*fig.* 49). Dans le cas qui nous intéresse ici, en tant qu'auxiliaire fixe de la production de l'électricité elle-même, on peut dire que l'accumulateur, c'est du plomb, beaucoup de plomb. Inventé par Gaston Planté, sous le nom de pile secondaire, l'accumulateur avait

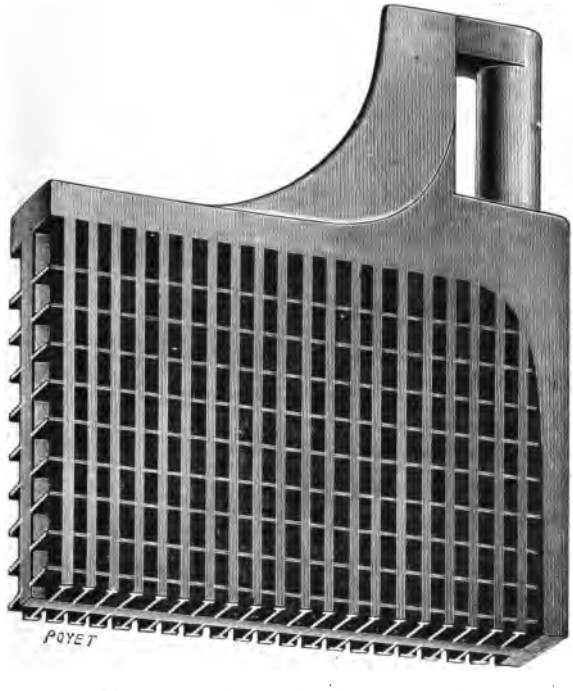


FIG. 50. — Plaque positive en plomb pur avant le garnissage de la matière active.

gardé quelque temps le nom de son inventeur. Il donne une tension voisine de 2 volts par bac ou élément, selon son degré de charge, selon qu'il a l'estomac plus ou moins rempli d'électricité; mais que l'on prenne garde de troubler cette digestion délicate, car l'accumulateur ne supporte pas de brusquerie, et la pâmoison l'atteint vite, si on le laisse trop longtemps à jeun; le plomb, dont il est composé, devient spongieux et, sous l'action de l'acide sulfurique qui, en temps ordinaires, lui facilite l'assimilation de l'électricité, s'effrite, tombe au fond des bacs. L'accu-

mulateur ne se prête pas non plus à des renversements de pôles comme la dynamo; habitué à recevoir par la plaque qui a été formée dans ce but le courant du sens positif (*fig.* 50), par exemple, il n'en voudra pas d'autre, sous peine de destruction encore. Enfin, autre grave défaut, si c'en est un, le travail seul entretient son bon état, et un accumulateur livré à lui-même vieillit, perd de sa valeur.

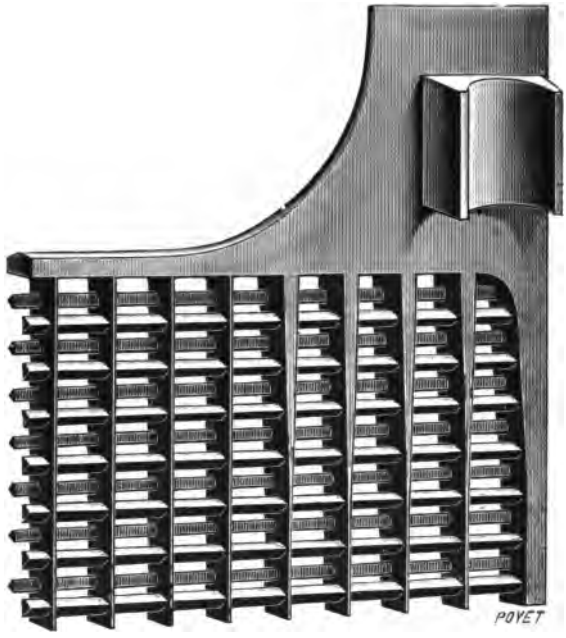
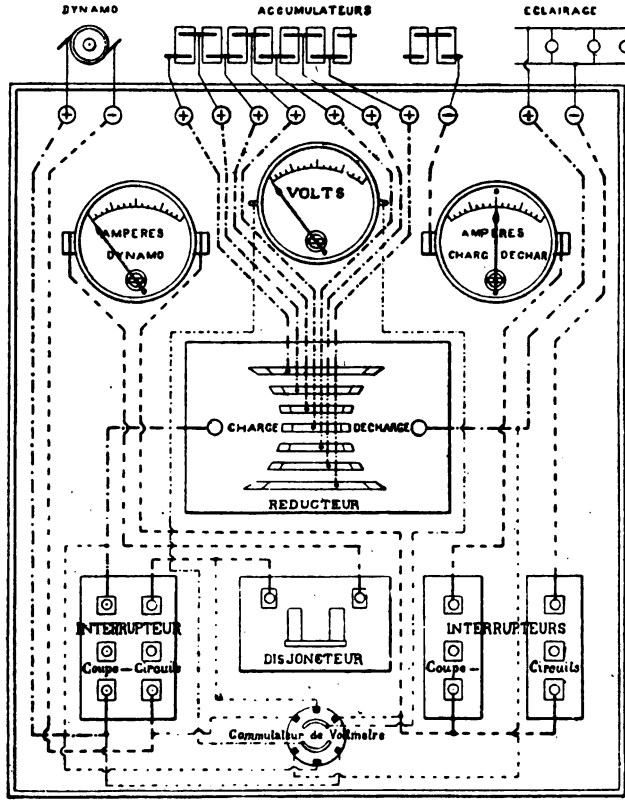


Fig. 51. — Plaque négative en plomb antimonieux avant le garnissage de la matière active.

Cependant nous le trouverons, malgré ses imperfections actuelles, dans plus de la moitié des stations centrales que nous examinerons. Le meilleur motif en est que la fabrication de la plaque demande surtout de l'électricité et de... la patience; or nos électriciens disposent des deux dans la journée, en attendant l'heure de l'entrée en jeu de leur usine, l'heure de l'éclairage; aussi on trouve déjà parmi eux quelques amateurs de ce passe-temps. J'ai même vu certains d'entre eux procéder à cette fabrication avec d'anciens tuyaux de plomb achetés à bon compte; une belle revanche à l'égard de l'industrie du gaz et du charbon qui ne voit pas toujours d'un œil très

tendre sa toute jeune rivale. J'ai même entendu dire que la première en date craignait de nouvelles exigences en présence des succès de l'éclairage électrique et exploitait les fautes commises quelquefois par les exploitants un peu négligents, surtout dans le cas de l'éclairage des rues par les lampes à incandescence.



Communiqué par MM. A. Heinz et Cie, Paris.

FIG. 52. — Schéma d'un tableau normal pour éclairage par dynamo et accumulateurs, permettant l'emploi successif ou simultané, ainsi que la charge de la batterie.

Quand la lumière électrique n'est pas d'un éclat suffisant, on accuse toujours le directeur de la station centrale de ne pas disposer d'assez de force, et on cherche à lui imposer le moteur de secours, toujours onéreux pour lui; or c'est le directeur qui est souvent le seul coupable. Les conseils qui vont suivre sont bien à leur place ici.

Pour l'éclairage extérieur, *la lampe à filament doit être poussée* et assez souvent remplacée pour donner toujours *une lumière bien blanche*. En d'autres termes, il ne faut mettre que des lampes *au-dessous* du voltage de distribution, tandis que celui-ci peut être au contraire très suffisant dans les appartements; l'expérience m'a permis de constater l'avantage qui résulte de l'emploi des lampes poussées pour l'éclairage des rues. Si dans ce cas les lampes s'usent plus vite, il faut bien se dire qu'elles sont tombées maintenant à

FIG. 53. — Batterie d'accumulateurs de la station centrale de Beaumont-le-Roger (Eure).

des prix si modiques que la lumière *jaune* et *maussade* mécontentant les promeneurs n'est pas à faire entrer en ligne de compte avec l'économie des lampes au voltage régulier, qui dureraient plus longtemps.

Un autre défaut de l'éclairage des rues consiste à *omettre d'essuyer l'ampoule* électrique; c'est si commode d'allumer toute la petite ville par la manœuvre d'un seul interrupteur, que ce petit soin de propreté est la plupart du temps négligé; il en résulte encore une diminution d'éclairage beaucoup plus sensible qu'on ne le pourrait croire. Or la partie est si belle en ce moment parmi les populations moyennes des chefs-lieux de canton, dont les besoins n'allaient pas

jusqu'à l'usine à gaz et qui sont souvent maintenant tentés par l'acétylène et autres récentes inventions, que les intéressés au développement de l'électricité, désireux sans doute de gagner de nouveaux centres habités à leur cause, ne devraient jamais négliger ces conseils d'ordre général.

Revenons aux moteurs de secours : leur nom l'indique assez, ils ne doivent entrer en fonction que lorsque la nécessité s'en fait sentir, et tous les moyens pratiques dans le but de les éviter trouvent

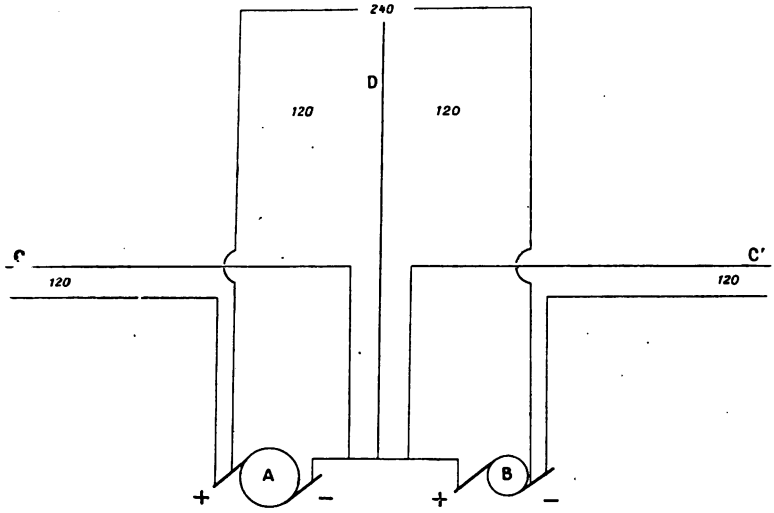


FIG. 54. — Distribution d'éclairage électrique simultanément à 2 et à 3 fils en usage à Mézidon (Calvados).

A, forte dynamo. — B, plus petite dynamo. — C et C', quartiers rapprochés de l'usine. — D, quartier éloigné de l'usine.

bien leur place dans ce chapitre. Les premiers calculs défectueux d'une distribution électrique et la cause encore plus naturelle des pertes de voltage sur la ligne que l'on charge petit à petit de nouveaux groupes de lampes provoquent encore la *lumière jaune*, et des réclamations trop justifiées et pas assez souvent écoutées ; on trouvera un exemple tellement typique d'insuccès dans le département de l'Eure (chap. xx), que j'y renvoie dès maintenant. On voit par là que les généralités présentes ne sont que la résultante d'expériences observées un peu partout.

Quoi qu'il en soit, on trouvera dans le schéma précédent (*fig.* 54) de distribution appliqué à Mézidon (Calvados) un palliatif des plus ingé-

nieux, pour obvier à ce défaut qui n'est cependant que le résultat du trop de *succès* d'une installation électrique. Cette disposition est encore avantageuse, quand on dessert simultanément des quartiers proches de l'usine et un autre plus éloigné. Ce mélange de distribution à deux fils et à trois fils prouve combien l'électricité est *bonne enfant*, et se prête à toutes les combinaisons lorsqu'on sait les lui demander.

Enfin, si l'on désire connaître la proportion entre les machines à vapeur ayant existé en 1850 et le nombre d'établissements en disposant en 1900 pour les départements de la région Normande, elle sera la suivante :

	1850	1900
Orne	36	344
Eure-et-Loir	6	541
Sarthe	19	428
Mayenne	8	239
Manche	14	184
Calvados	37	154
Eure	22	609
TOTAUX	142	2.499

Ce chiffre de 2.499 est un minimun de machines à vapeur, un même établissement pouvant disposer de plusieurs.

CHAPITRE X

DE LA STATISTIQUE ET SON UTILITÉ

La statistique se définit volontiers : « l'étude numérique des faits sociaux. » Ainsi comprise, elle a un champ d'action des plus étendus, portant sur toutes les branches de l'activité humaine et faisant converger tous les enseignements du passé vers un but unique : *la comparaison*. C'est en quelque sorte la raison d'être des statistiques.

Cependant la tâche d'un statisticien scrupuleux n'est pas toujours aussi aisée qu'on peut le croire ; on l'accuse parfois à tort de produire des résultats erronés, ne songeant pas qu'il a pour collaborateurs de nombreux intermédiaires, et c'est toujours chose délicate de les faire agir comme on agirait soi-même. Il faut se défendre de formuler un nombre exagéré de questions et en poser cependant assez pour atteindre le but envisagé. Les qualités à exiger d'une statistique sont, avant tout, d'être aussi simple que claire.

On peut juger, par l'anecdote suivante, des difficultés pouvant se présenter dans la compréhension des questions : on procédait une fois dans les départements à une enquête sur les machines agricoles et, parmi les questions posées, figurait celle-ci : Combien y a-t-il de batteuses ? Depuis le préfet jusqu'aux secrétaires de mairie, tous les rouages de la machine administrative entrent en jeu. Puis, le moment de dépouiller arrive, on classe les réponses par départements, et l'on arrive au résultat suivant, assez fait pour étonner : tandis que le département de bonne production agricole, de la Haute-Marne, tient un bon rang avec 12.377 *batteuses*, la Corse, au sol aride et relativement peu productif, s'en approche avec 8.950 *bat-*

teuses. Contre-enquête, tout se remet en mouvement pour arriver à découvrir qu'en Corse les machines à battre (avec locomobile, ou par manège) ne dépassent que de peu la centaine, mais que des femmes s'y louent à la journée pour battre le blé. On les y appelle des *batteuses!* On n'ignore pas non plus qu'en cette chaude contrée les hommes ne détestent pas faire la sieste et délèguent assez volontiers leurs épouses au travail. Toute statistique consciencieuse devrait se terminer comme un compte de banque par : S. E. ou O. (sauf erreur ou omission).

Mais sait-on d'abord que la *statistique* est une étude (on pourrait même dire une science, quoiqu'elle se rattache évidemment à l'économie sociale) fort récente ? Les premiers essais, un peu sérieux, ne remontent pas au-delà de cent ans. Toutefois Vauban, le célèbre maréchal de France, esprit exercé par les connaissances exactes d'un chef d'armée, un des premiers, tenta vers 1700 une estimation agricole des provinces de l'Ouest ; puis, un savant agronome anglais fit, vers 1788, une bien curieuse tentative : prenant la meilleure carte de France, il en découpa les forêts, les champs, les prés, les vignes, etc... et pesa ces catégories de morceaux ; puis il en tira des conclusions... qui feraient un peu sourire nos statisticiens modernes. Lavoisier, qui fut fermier général, fit compter les charrues, en faisant deux divisions selon qu'elles étaient tirées par des bœufs ou des chevaux, et, de fil en aiguille, cherchait à en déduire le chiffre des terres labourables de la France. Tout cela était bien vague et arbitraire.

Napoléon Ier, en 1810, ordonnait aussi une statistique générale de la France, et on posait aux préfets (la division de la France par départements rendait déjà ce travail plus abordable) 138 questions auxquelles ils devaient répondre dans les deux mois sous peine d'être destitués. Cela s'appelait marcher ! Les préfets restèrent tous en place, mais les résultats furent tels que l'on... dut renoncer à publier l'ensemble d'un travail entrepris si hâtivement.

Enfin, en décembre 1833, M. Thiers, alors ministre du Commerce, faisait distribuer aux Chambres un volume de documents anglais sur les statistiques économiques entreprises dans ce pays, annonçant qu'il se proposait de publier, sur un autre plan, un recueil complet de la statistique de la France, et son successeur, M. Duchatel, réalisa cette pensée en publiant un volume d'essai en 1835.

On y lit, entre autres, « l'intérêt incontestable d'offrir dans un « ordre régulier, l'exposé de tous ces faits qui, susceptibles d'être « exprimés par des nombres, témoignent de l'état de la civilisa- « tion, de la richesse et de la force de la société actuelle, comparée « avec la société française des époques antérieures ». Voilà de fort belles paroles à méditer et toujours justes.

Neuf grands et gros volumes succédèrent à ce premier volume; quatre sont consacrés à l'*industrie*, comprenant le résultat du recensement commencé en 1839 et terminé vers 1850 par établissements et grâce à des *bulletins*. Cet ouvrage comprend l'énumération, dans chaque établissement industriel, des moteurs à eau, à vent, avec manège, et des machines à vapeur, alors peu nombreuses.

Cet ouvrage est coté à la Bibliothèque nationale de Paris : Casier T : 532-7 et porte le titre : *Documents statistiques sur la France*.

C'est donc là, au point de vue de la statistique des usines hydrauliques, un renseignement des plus précieux, que je n'hésite pas, malgré ses imperfections probables, à reproduire ici, en le rapprochant d'un autre travail analogue et aussi complet, pour la France entière, à la date plus récente de 1900 (Voir p. 100-101).

Le motif de la date choisie de 1850 ayant été exposé précédemment, je dois également faire connaître celui de la date de 1900. Il existe une *Direction du Travail*, dont le *Recensement* est un service dépendant, compris encore dans celui plus étendu de la *Statistique générale*, au Ministère du Commerce, de l'Industrie et du Travail. Comme son nom l'indique, presque toutes les statistiques sont dans ses attributions, et celle des forces hydrauliques, après être passée par la filière naturelle et administrative de la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles, devait apporter son contingent à l'ensemble, sous la forme usuelle en pareil cas maintenant, ainsi qu'il a été dit, d'*un bulletin par usine*. Toutefois, ce fut à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900, que cette méthode fut employée pour la première fois, et comme il fut procédé un peu hâtivement à cette enquête, il est permis d'ajouter que l'on obtiendra sans doute par la suite des renseignements encore plus précis. La confirmation de ce dire ne saurait tarder, puisque, pour cette année même de 1906, un nouveau recensement des usines hydrauliques, conjointement avec le recensement quinquennal, est chose décidée.

TABLEAU COMPARATIF DU NOMBRE DES MOTEURS A EAU VERS 1850 ET DES CHUTES D'EAU AMÉNAGÉES EN FRANCE EN 1900

DÉPARTEMENTS	1850	1900	DIFFÉRENCE EN PLUS	DIFFÉRENCE EN MOINS
Ain	83	711	628	»
Aisne	5	397	392	»
Allier	879	438	»	441
Alpes (Basses-)	44	318	274	»
Alpes (Hautes-)	51	389	338	»
Alpes-Maritimes	»	404	»	»
Ardèche	922	997	75	»
Ardennes	409	408	»	1
Ariège	282	749	467	»
Aube	99	210	111	»
Aude	63	216	153	»
Aveyron	61	939	878	»
Bouches-du-Rhône	37	162	125	»
Calvados	725	444	281	»
Cantal	777	759	»	18
Charente	2.315	710	»	1.605
Charente-Inférieure	178	521	343	»
Cher	77	362	285	»
Corrèze	818	684	»	134
Corse	»	661	»	»
Côte-d'Or	189	568	379	»
Côtes-du-Nord	2.763	1.266	»	1.497
Creuse	908	871	»	37
Dordogne	1.776	1.100	»	670
Doubs	183	454	271	»
Drôme	528	750	222	»
Eure	647	440	»	207
Eure-et-Loir	374	382	8	»
Finistère	270	1.451	1.181	»
Gard	60	335	275	»
Garonne (Haute-)	528	549	21	»
Gers	497	408	»	89
Gironde	649	518	»	131
Hérault	129	212	83	»
Ille-et-Vilaine	803	498	»	305
Indre	413	483	70	»
Indre-et-Loire	578	513	»	65
Isère	183	1.092	909	»
Jura	72	735	663	»
Landes	728	611	»	117
Loir-et-Cher	148	292	144	»
A reporter	20.251	24.002		

DÉPARTEMENTS	1850	1900	DIFFÉRENCE EN PLUS	DIFFÉRENCE EN MOINS
Report	20.251	24.002		
Loire	189	926	737	»
Loire (Haute-)	20	1.101	1.021	»
Loire-Inférieure	194	125	»	96
Loiret	398	321	»	77
Lot	124	732	608	»
Lot-et-Garonne	961	440	»	521
Lozère	5	1.023	1.018	»
Maine-et-Loire	286	496	210	»
Manche	707	705	2	»
Marne	37	340	303	»
Marne (Haute-)	145	459	314	»
Mayenne	614	404	»	219
Meurthe-et-Moselle	»	406	»	»
Meurthe	66	»	»	»
Meuse	106	444	338	»
Morbihan	826	778	48	»
Nièvre	157	461	304	»
Nord	87	274	184	»
Oise	358	348	»	10
Orne	788	512	»	276
Pas-de-Calais	45	309	264	»
Puy-de-Dôme	2.202	1.531	»	671
Pyrénées (Basses-)	1.437	1.405	»	32
Pyrénées (Hautes-)	284	710	426	»
Pyrénées-Orientales	31	331	300	»
Rhin (Haut-) (Belfort)	»	94	»	»
Rhône	21	400	379	»
Saône (Haute-)	175	523	348	»
Saône-et-Loire	1.055	714	»	341
Sarthe	833	725	»	108
Savoie	»	1.003	»	»
Savoie (Haute-)	»	934	»	»
Seine	27	25	»	2
Seine-Inférieure	448	583	135	»
Seine-et-Marne	70	303	233	»
Seine-et-Oise	353	484	131	»
Sèvres (Deux-)	203	525	322	»
Somme	285	380	95	»
Tarn	348	749	401	»
Tarn-et-Garonne	48	281	233	»
Var	24	307	283	»
Vaucluse	297	452	155	»
Vendée	537	424	»	113
Vienne	296	513	216	»
Vienne (Haute-)	857	682	»	174
Vosges	174	1.214	1.044	»
Yonne	22	481	459	»
TOTAUX	36.295	50.379		

Quoi qu'il en soit, le résumé de ces bulletins a paru dans le tome II de la publication : *Répartition des forces motrices à vapeur et hydrauliques;* on peut même se le procurer dans certaines librairies spéciales à ces sortes de publications, et il contient (page x) le modèle même du bulletin qui fut employé alors.

Les deux catégories de chiffres que j'ai produits ont donc une origine officielle. La comparaison entre les deux colonnes offre incontestablement un intérêt primordial, étant donné les variations observées dans un même département; quelques différences excessives en plus et en moins portées à la troisième et à la quatrième colonne font bien songer un peu à l'anecdote... *des batteuses*. Ne se serait-il pas produit alors quelques virements d'un département à un autre? Actuellement, du reste, pour les rivières navigables, certains services hydrauliques sont rattachés à celui d'un département voisin. Les totaux accusent une augmentation de 26 0/0 entre les moteurs à eau et le nombre des chutes d'eau aménagées en cette période en somme assez courte de 50 années, ce qui peut étonner si l'on sait que, dans les départements que nous examinerons avec tous les détails voulus dans la seconde partie de cet ouvrage, *le maximum* des usages hydrauliques a été constaté à une époque intermédiaire. Car il existe d'autres états par département, dressés à des dates variant entre les époques de 1860 et 1880; on ne peut donc arriver à aucune unité d'ensemble, et je les ai négligés ici. Au contraire, j'ai eu recours à ces derniers pour dresser les huit cartes des départements de la région Normande, car je pouvais y trouver facilement la trace des usines hydrauliques *une par une*, ce qui est impossible ou extrêmement difficile avec les états de 1850.

Il serait permis de se demander si cette augmentation si subite du nombre des *retenues d'eau* n'a pas eu une fâcheuse influence sur les débits, car il est reconnu qu'en élevant un plan d'eau on augmente la pression statique, et, comme le fond aussi bien que les rives d'une rivière ne sont jamais indemnes de fissures, on augmente par conséquent les pertes se produisant par celles-ci, surtout dans les terrains perméables ; ce n'est pas impossible. Mais la raison ne serait pas suffisante pour soutenir qu'il soit nécessaire de supprimer dans ce but un grand nombre des retenues des usines en chômage. Après un long usage de cet état actuel, des habitudes ont

été prises pour l'usage des lavoirs, des abreuvoirs, qu'il serait fort difficile de modifier.

Il serait encore plus malaisé et surtout moins précis d'aborder la question de l'évaluation de la puissance même de ces usines, à cette date de 1850; mais je vais pouvoir, en me bornant à un seul département, faire sentir les modifications susceptibles de résulter des perfectionnements apportés dans les moteurs hydrauliques en usage. Dans un intervalle de trente-sept années (1862-1900), le nombre des usines hydrauliques des Vosges est tombé de 1460 à 1285, soit une perte en utilisation de 175 chutes d'eau, tandis que le total des chevaux utilisés s'élevait de 11.700 à 12.300, soit une augmentation de 600 chevaux. Ce renversement du nombre des usines par rapport à la puissance en chevaux est dû d'abord à une meilleure et plus complète utilisation des chutes elles-mêmes par les turbines, ensuite à ce que la force des petites usines fermées est plus que contrebalancée par celle des nouvelles créations sensiblement plus importantes, grâce à l'emploi de chutes inutilisables avant l'introduction de la dite turbine. Une roue de 13 mètres de diamètre est partout une exception. J'ai visité dans les environs de Remiremont, par exemple, telle filature récente employant, au contraire, 25 mètres de chute avec turbine.

Les modifications dans l'outillage industriel ont eu une répercussion sur l'emploi des forces hydrauliques; ainsi, dans les départements essentiellement agricoles, le petit moulin à blé a été écrasé par la majestueuse minoterie, véritable usine moderne. Le consommateur du pain y a-t-il gagné? C'est douteux, mais le minotier y fait fortune, c'est certain, c'est l'essentiel pour lui assurément! Les papeteries sont dans le même cas : disposer de quelques centaines de chevaux ou fermer. Les filatures ont mieux résisté, tout en perfectionnant leur matériel, et les scieries se maintiennent, progressent même parfois; elles sont voisines de la forêt et mieux placées pour tirer parti de la houille verte; les déchets de leur industrie leur sont encore d'une grande utilité pour le chauffage de leurs moteurs de secours qui ignorent le charbon ; j'ai vu chauffer ainsi, dans certaines fabriques de bondes de bois, la chaudière, avec les *débris des tours!* Enfin je ne doute pas qu'en présence du développement pris par l'électricité les tréfileries, surtout celles qui s'adonnaient au travail du cuivre, ne rentrent prochai-

nement un peu partout en activité. Je sais fort bien qu'il y a une question de transport que les chemins de fer avaient tranchée tout à leur propre avantage ; mais, aujourd'hui, d'autres moyens de locomotion vont tenter l'usinier. Je précise : dans l'Orne, des projets de train automobile du système Renard font espérer aux industriels que *des camions pourront être amenés par route à la porte de leurs usines et être enlevés après chargement!*

Malgré ces défauts inévitables, et les imperfections des anciennes statistiques, on tire presque toujours des renseignements utiles d'un tel ensemble d'observations, et je n'en puis donner un meilleur témoignage qu'en citant les lignes suivantes extraites des *Annales de la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles* (fasc. 30, 1904 : *Compte rendu des travaux exécutés par MM. Tavernier et de la Brosse* : *Service de la* Houille blanche pour les Alpes) : « *Utilité d'un inventaire provisoire approximatif.* — On conçoit que nous ne soyons pas en état de fournir au bout de quelques mois des renseignements précis sur le régime des cours d'eau alpestres. Plusieurs années seront certainement nécessaires pour cela. Nous nous sommes attachés pourtant *à coordonner dès maintenant les renseignements que l'on possède*, en utilisant même ceux qui présentent un caractère *incomplet* et *hypothétique*... »

Quelques chiffres d'un ordre très général sont à citer ici d'après ce même *Compte Rendu :* Les forces hydrauliques utilisables dans la Haute-Savoie seraient égales à 100.000 chevaux en étiage et à 375.000 en eaux moyennes. D'après M. de la Brosse, de nouveaux jaugeages augmenteront très notablement ces chiffres. Respectivement, la Savoie comporterait 320.000 chevaux en étiage et 650.000 en eaux moyennes ; l'Isère, 350.000 et 800.000 ; les Hautes-Alpes, 300.000 et 500.000 chevaux. Ces quatre départements, qui forment environ 4 1/2 0/0 de la superficie de la France, seraient donc susceptibles de fournir une puissance d'au moins *un million* de chevaux à l'étiage le plus bas, et pendant une moitié de l'année *deux millions* de chevaux, sans comprendre le Rhône.

Étendant ces chiffres à toute la France, M. de la Brosse attribue par analogie aux autres départements du sud-est et ceux de la bordure pyrénéenne 1.300.000 chevaux ; à onze départements du Centre et à six de l'Est, 900.000 chevaux ; et au reste du territoire, 1.400.000 chevaux. A l'étiage, la puissance hydraulique de la France

serait donc égale à 4 millions et demi de chevaux. « Mais on sait depuis longtemps, ajoute M. de la Brosse, que la richesse hydraulique d'un pays ne se mesure pas seulement au minimum de l'étiage, et de nombreuses applications industrielles nous apprennent que l'on peut utilement profiter des eaux surabondantes des saisons favorables. C'est donc à 9 ou 10 millions de chevaux qu'il faut évaluer la richesse hydraulique de notre territoire. » Or, c'est précisément la puissance totale nominale des machines à vapeur recensées dans notre pays en 1900.

Nous tirerons tout de suite certaines conclusions de cet extrait succinct d'un rapport offrant tant d'intérêt pour la France : d'abord, la houille blanche a tout aussi bien que la houille verte son *creux de la sécheresse*, puisque, pendant une moitié de l'année, elle ne dispose que de son million de chevaux sur deux; ensuite il est dit que certaines applications industrielles peuvent profiter des *eaux surabondantes* des saisons favorables : entre autres, l'éclairage électrique pour les longues nuits de l'hiver, mais ceci plutôt à l'avantage de la houille verte. Nous trouvons donc ici une confirmation éclatante de ce que j'avais avancé dans le premier chapitre et une des raisons qui m'ont toujours engagé à maintenir cette nouvelle distinction de la force hydraulique, bien que ce terme m'eût semblé à moi-même un peu risqué au début.

Un autre fait exposé clairement dans le remarquable rapport précité est encore à retenir. Le service des forces hydrauliques des Alpes, qui a adopté comme base de ses études les départements compris entre le Rhône, les Alpes, le lac de Genève et la Méditerranée, estime que des études entreprises par bassins offriraient des cadres bien plus logiques et rationnels. Mais jusqu'à ce jour, tous les renseignements de statistique étant groupés par départements, c'est d'après eux seuls qu'il est possible d'établir des inventaires approximatifs, et j'ajouterai, pour mon cas, des comparaisons.

Les statistiques de l'avenir nous ménagent donc des surprises bien probables. On pourrait croire, d'après ce qui précède, que je me pose en ennemi de la centralisation; j'ai même laissé percer ma façon de voir et celle d'autorités bien plus compétentes que moi dans le chapitre I (p. 5); toutefois je ne suis pas partisan des extrêmes, mais je dis volontiers : *on ne peut centraliser indéfiniment*, car, si on chargeait toujours le même plateau d'une balance, on faus-

serait le fléau avant de le rompre, et il est préférable de s'arrêter même avant ce premier inconvénient. Certes la tour de 300 mètres est une fort belle œuvre de l'ingénieur, mais a-t-on cherché depuis à faire plus haut? Et même quand elle sera... mûre, quand il faudra la déboulonner (sa concession était de vingt-cinq ans), je ne suis rien moins que sûr qu'il en sera élevé une autre pareille ou plus élevée, car la curiosité mondiale aura été satisfaite. L'ascension de la Jungfrau, en Suisse, rendue possible par un chemin de fer électrique dont les travaux avancent journellement, tentera sans doute aussi les amateurs d'impressions... élevées, et il faut reconnaître que la nature a bien fait les choses pour leur préparer cette consolation. Remarquons, en terminant ce chapitre, que c'est la nature elle-même qui travaille à sa propre victoire : les chantiers de ces travaux sont tous actionnés actuellement par la force hydraulique de la houille blanche; les trains et ascenseurs n'auront pas recours à d'autres sources d'énergie, et les hôtels doivent même être chauffés par des radiateurs électriques!

Oui, certes, les statistiques à venir nous ménagent des surprises, et j'aurai peut-être eu le mérite très modeste d'avoir planté un simple jalon, un point de repère dans la voie du développement de l'hydro-électricité!

CHAPITRE XI

IDÉES SYNDICALES

Parmi les peuples civilisés, le Japon est celui qui compte, proportionnellement à sa population, le plus de syndicats; ils viennent d'en prouver l'utilité. L'Angleterre a aussi depuis longtemps la pratique des *trusts*, et l'Allemagne celle des *Vereins*. Il est certain que se sentir les coudes entre gens guidés par un intérêt commun est un bon moyen à employer en vue de développer un principe, d'atteindre un but, de lui récolter des adhérents, d'assurer son existence et par conséquent son succès. Les propriétaires de houille verte, suivant en ceci l'exemple qui leur est donné par ceux de la houille blanche, dans les Alpes, ne sauraient trop se pénétrer de l'utilité des syndicats. N'a-t-on pas tenté de repeupler nos forêts avec des pièces de... 1 franc? C'était le modique prix demandé au ligueur pour planter un arbre en son honneur, sans compter la multiplication spontanée par les graines confiées dans les forêts à la fantaisie des vents; c'était bien là œuvre des plus utiles et conforme aussi à la bonne régularité des rivières.

Que les 50.000 propriétaires des usines hydrauliques des 86 départements de France s'engagent à verser une cotisation semblable annuelle et notre idée syndicale est en bonne voie. Si le cadre en paraît trop vaste et trop complexe, la région Normande n'offre-t-elle pas la possibilité d'un essai tout indiqué? Les réunions des intéressés ne nécessiteraient pas des déplacements incompatibles avec les occupations des électriciens eux-mêmes, qui sont gens toujours fort pressés, et ils ne tarderaient pas à en faire partie, pour le plus grand bien commun, à n'en pas douter; du reste, plusieurs

sont devenus les propriétaires de leurs usines. On pourrait même débuter par un seul département : l'Orne, par exemple, représenterait déjà, en cas d'unanimité, une cotisation annuelle de 800 francs, puisque, comme on le verra par la suite, ce département comptait ce nombre de barrages en 1880; même si, en 1900, les utilisations ne dépassaient pas beaucoup le chiffre de 500, bien des propriétaires avaient gardé leurs retenues, les uns par agrément, les autres pour le service des lavoirs et des abreuvoirs. Ainsi, sur les 21 barrages avec chute de l'Iton (*fig.* 27), dont la moitié étaient en chômage, je n'ai remarqué *de visu*, en 1903, que deux biefs mis à sec. Avec des administrateurs capables et consciencieux, faciles encore à trouver parmi les grands propriétaires régionaux, un Syndicat disposant de 500 francs seulement peut déjà agir, publier des bulletins mensuels d'offres et de demandes d'usines hydrauliques, provoquer des réunions doublées de la visite d'une usine hydro-électrique de la région, toujours si bonne et si fructueuse leçon de choses. Il y a bien des Syndicats *jaunes* qui se sont formés en présence des Syndicats *rouges;* contre l'invasion de la houille noire étrangère, fondons des Syndicats... *verts* qui se termineront par une *Fédération non moins verte!*

On est généralement d'accord pour reconnaître que, si la centralisation a amené un peu partout de grands avantages, elle a aussi traîné à sa suite de grands inconvénients. Mais elle est une arme à deux tranchants, et il ne dépend que de ceux en ayant les moyens d'employer à leur profit ces mêmes avantages de la centralisation pour corriger les défauts constatés des effets de centralisation urbaine, ainsi que celle des grandes usines. A ce sujet, nous replaçant sur le domaine économique et hydraulique, relevons ce qu'un autre Syndicat actuel, et l'un des plus puissants, a déjà dit de la Houille verte, car qu'est-ce que la Presse, sinon un Syndicat formé par et pour les idées des lecteurs? J'avais sollicité, en faveur de la thèse soutenue ici, l'aide d'un des grands rédacteurs de la presse scientifique par la phrase suivante : *La Presse est un levier qu'Archimède n'aurait pas dédaigné*, et jugez si la réponse ne fut pas aussi *archimédienne* que possible. Nous avons vu (*fig.* 46) une reproduction de la carte des forces hydrauliques de l'Orne, parue dans *le Petit Temps* du 23 avril 1903; nous pouvons maintenant reproduire ici les appréciations qui l'accompagnaient sous le titre :

l'Inventaire de la Houille verte française : « Nous avons annoncé que M. Mougeot, ministre de l'Agriculture, a institué une mission chargée de dresser l'inventaire des hautes chutes d'eau de montagnes au point de vue de l'utilisation de la « houille blanche » pour la production de la force motrice. MM. Tavernier et de la Brosse, Ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, ont été désignés pour diriger ce service.

« Elle comportera, comme annexe probable, l'inventaire par départements de « la houille verte ». Cette métaphore réunit les petites rivières, les cours d'eau, les affluents, les ruisseaux qui coulent dans les prés fleuris. Ils servirent pendant longtemps à fournir la force motrice pour toutes sortes d'industries locales et principalement pour actionner les moulins.

« Mais la machine à vapeur vint et, dans le grand engouement qu'elle suscita, on eut vite fait d'abandonner les pauvres vieilles roues hydrauliques à marche lente ; elles ne servirent plus qu'à embellir poétiquement le paysage.

« M. Henri Bresson ne demande pas qu'on ressuscite ces moteurs ancestraux. Il conseille de les remplacer, partout où on le peut, par les turbines hydrauliques actuelles, à marche rapide et dont l'installation ne coûte pas très cher. On se procure ainsi d'une façon rémunératrice la force et la lumière.

« Mais encore faut-il connaître exactement sur quels points on peut utilement installer les turbines, les « remplaçantes » des roues hydrauliques. Pour cela, l'initiateur conseille de faire, tout d'abord, par département, l'inventaire de la « houille verte », dont nous parlions tout d'abord. Il en a donné la formule en faisant cet inventaire pour le département de l'Orne, qu'il habite et qu'il connaît très bien, puis pour le département de la Mayenne. C'est aux autres de continuer dans leur intérêt.

« Il ne suffit pas de regretter que tant d'eau suive dans le lit de tant de rivières un cours inutile : ces ressources importantes doivent être récupérées méthodiquement à notre époque d'âpre concurrence. La stabilité des cours d'eau de la France, conséquence de son climat tempéré, plutôt doux et pluvieux, se prête d'une façon toute particulière à l'étude d'un programme de ce genre et à sa féconde réalisation. »

D'autres encore apportaient un concours tout aussi désintéressé

qu'influent à ce qu'ils voulaient bien appeler l'œuvre des « Petits Moulins et la Houille verte ». C'était le titre d'un article sur ce sujet paru dans un journal mondain, *le Figaro* du 24 janvier 1903.

Il serait aussi fastidieux que déplacé, au point de vue de l'auteur, de relever le mouvement provoqué, aussi bien en France qu'à l'étranger, par cette nouvelle idée de l'utilisation des chutes d'eau peu élevées en vue de la production de l'énergie électrique ; mais, lorsqu'une publication de la valeur de *l'Économiste français* soutient une cause par la plume même de son éminent Rédacteur en chef, ce serait plus qu'un oubli, ce serait bel et bien une faute aussi grosse dans l'intérêt du but à atteindre qu'un acte d'ingratitude de la part de l'auteur, d'omettre d'en relever ne fût-ce qu'un très rapide extrait.

La première approbation en date parut le 10 mai 1902, et ma première carte, celle de l'Orne, confiée au *Nouvelliste de l'Orne*, simple feuille hebdomadaire paraissant à Laigle, porte la date du 4 mai ! Quel témoignage plus précieux puis-je produire ici que cette approbation aussi opportune que spontanée ! Quel encouragement aussi pour continuer mes statistiques et les étendre aux départements voisins ! Le titre lui-même de l'article : *Un travail préparatoire à l'utilisation de la force hydraulique*, a déjà trouvé une confirmation éclatante dans un passage cité (chap. x, p. 104), d'un recueil administratif dont on ne saurait contester la valeur (*Annales de la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles*) et dans le compte rendu même du service auquel est attribuée la houille blanche des Alpes, puisqu'on y reconnaît l'utilité des inventaires provisoires.

Le second article présentera par son titre seul un thème à développer dans ce chapitre : *La pénurie des placements en France et l'extension des placements à l'étranger* (10 septembre 1904). Après avoir insisté encore une fois sur l'avenir brillant qui attend l'hydro-électricité, et avoir relevé les quatre cartes que je terminais à la suite de l'Orne (jusqu'à la Manche), l'auteur conseille comme remède au manque de capitaux des entreprises électriques, le développement des banques régionales, dont quelques administrateurs, en entrant dans les conseils des petites sociétés d'électricité, contribueraient à inspirer confiance au public pour ces sortes d'affaires et en même temps aideraient à leur bonne direction. M. Paul Leroy-

Beaulieu, avec son grand sens pratique des choses, voit même, dans les progrès de l'automobilisme, une facilité nouvelle pour les déplacements des agents de ces nouvelles banques. En effet, les grands établissements de crédit actuel ne prônent guère que les grandes affaires et bien souvent les placements à l'étranger.

Enfin, une troisième fois et tout récemment (20 janvier 1906), *l'Économiste français* relève d'une façon assez étendue les deux dernières cartes parues, *Calvados* et *Eure*, et n'a pas craint d'employer le terme de houille verte accolé à celui de houille blanche, comme sous-titre. C'est là une consécration d'un ordre économique pour ces moyennes et petites ressources hydrauliques dont il est impossible de méconnaître l'importante valeur. Puis, sans distinction entre la houille blanche et la houille verte, l'auteur, M. Pierre Leroy-Beaulieu, envisage l'ère de prospérité qui doit résulter pour la France, le pays le mieux partagé de l'Europe à ce point de vue avec la Suisse, l'Italie et l'Autriche, des inventions et perfectionnements des applications de l'électricité. Ces paroles patriotiques seraient toutes à reproduire ici et devraient être gravées dans l'âme de nos futurs syndiqués. Je me bornerai à la citation suivante :

« Les pays qui possèdent des forces hydrauliques pourront désormais lutter avec ceux qui possèdent la houille noire, et, comme la puissance politique est souvent la conséquence de l'essor économique, il doit en résulter des changements dans l'équilibre même du monde. »

Après de telles paroles, une grande timidité s'empare de moi, osant à peine continuer ce chapitre. Oui, certes, c'est de l'énergie (de l'erg, s. v. p.!) qu'il faut recommander à tous pour maintenir le bon renom de la France dans le domaine économique et industriel, et la formation de Syndicats dans un pareil but est aussi facile qu'utile. La législation française est des plus souples à cet égard, se bornant à mettre à l'écart toute idée politique; or, l'industriel soucieux de la bonne conduite de ses affaires n'en a cure; au contraire, il trouvera qu'on fait toujours trop de politique! Les Syndicats de rivières sont déjà nombreux dans la contrée dont nous nous occupons (pour toute la France, on en comptait environ 2.000 en 1900); dans l'Orne même il en existe un pour la Rille, et celui de l'Iton, dans l'Eure, divisé en trois sections, possède des actes faisant remonter son origine au XIIe siècle. Ces Syndicats

administratifs, dont le but est de concilier les intérêts des propriétaires d'usines avec ceux des propriétaires de prairies, susceptibles d'être irriguées, sont, il est vrai, plus longs et plus difficiles à former que ceux dépourvus de toute attache administrative, puisqu'ils nécessitent l'adhésion de la majorité des riverains d'un cours d'eau pour se constituer, mais on trouvera à la fin du présent chapitre, au sujet de la rivière, la Mayenne navigable, un exposé des motifs qui doivent engager à ces formations.

Des conseils, des remèdes à cet état viennent d'être donnés ou indiqués par des personnalités dont la compétence en cette matière ne saurait être mise en doute. Chargé, comme il a été dit dans la dédicace, d'une mission temporaire par M. le Ministre de l'Agriculture, j'avais moi-même tenté, dans ma modeste sphère d'action et avec mes simples relations d'enquêteur amateur, de provoquer une union entre intéressés, mais dans un but tout particulier. Je venais de terminer ma cinquième carte, celle de la *Manche*, département dans lequel les distributions d'électricité à des voltages très élevés et, par conséquent, fort dangereux, sont en pleine vogue; j'avais frémi en songeant aux risques auxquels s'exposaient, sans aucune mesure de prudence, nos petits capitalistes électriciens de la région Normande.

L'idée me vint donc de convoquer à Mortain les exploitants des hauts voltages de la région dans l'intention de les grouper en un syndicat facilitant les conditions d'assurances contre les accidents possibles avec les lignes aériennes; j'invitais même quelques autres directeurs des usines hydro-électriques voisines, bien qu'elles fussent à basse tension, l'exemple et la perspective d'une sécurité garantie pouvant les entraîner dans la voie des transports à grande distance. Quelques-uns répondirent à mon appel; mais le nombre en fut encore trop restreint pour atteindre le but proposé. Si le Syndicat futur n'était pas encore mûr, la conversation roulait, comme de juste, sur les questions d'électricité pratique, et le directeur de l'usine électrique de Mortain, qui a fondé une seconde Station centrale à Sourdeval, fut amené à nous inviter à aller voir sa nouvelle création à haute tension, invitation acceptée avec un plaisir général : on frète l'omnibus local, on s'entasse, et roule le patachon !

Ces visites d'usine en commun, entre gens du même métier, sont toujours instructives. A l'occasion d'une seconde réunion qui eut lieu

à Vire, accompagnée d'une conférence par un ingénieur très compétent de la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles, le but d'une des excursions choisies fut la visite de l'usine et du barrage sur la Vire canalisée, qui éclaire à 7 kilomètres le chef-lieu de canton de Torigni (ces stations centrales de Vire et Torigni seront décrites en leur place). Mais ma mission touchait à sa fin, et, abandonnés à eux-mêmes, toujours absorbés par le travail de leurs nouvelles entreprises, sans liens encore solidement établis, nos électriciens n'ont pas su persévérer dans la voie tracée de former un Syndicat. C'est aussi pour ce motif qu'actuellement je donnerai la préférence sur les électriciens aux propriétaires de barrages, gens plus rassis et moins occupés, les considérant encore par leur position sociale même comme plus aptes à donner un exemple plus profitable à tous. Ils seraient aussi, et pour les mêmes raisons, bien placés pour coopérer à la création des banques régionales que d'autres ont eu l'heureuse initiative de recommander et que j'ai préconisée moi-même.

Je puis, à l'appui de ce qui précède, citer un cas qui semble tout indiqué pour une association de ce genre : le bassin de la Mayenne recèle une richesse hydraulique à laquelle le manque de régularité des débits apporte une restriction des plus graves. J'aurais pu, si je n'avais craint d'étendre trop le sujet, puiser dans la conférence d'ingénieurs allemands, à Aix-la-Chapelle, que j'ai citée (chap. I, p. 5), traitant des cours d'eau en pays de montagnes et *leur correction*, des preuves du résultat qu'obtiennent des intéressés sachant pratiquer l'union. Déjà, en Allemagne, de vastes réservoirs s'édifient dans des hautes vallées ; une semblable création, qui profite *à tous les usagers* du même cours d'eau, ne peut être entreprise avantageusement que par des Syndicats. La législation française concernant les municipalités prévoit ces ententes intercommunales et même interdépartementales, ces associations obtiendraient le concours de l'Administration pour l'étude d'un tel projet, et probablement une subvention pour sa réalisation. Deux départements sont grandement intéressés à la correction des caprices hydrauliques de la Mayenne : le Maine-et-Loire et la Mayenne qui, dans la seule partie navigable de cette rivière, comptent 46 barrages éclusés. Il faut toutefois faire remarquer que cette correction ne saurait être entreprise que dans le bassin supérieur et par con-

séquent sur la partie non navigable. Ce vaste projet, *la Loire navigable*, ne peut que bénéficier de pareilles entreprises.

Si, toute proportion gardée, les résultats à atteindre de la formation de ces associations sont moins importants que dans la région de la houille blanche ou dans la partie de l'Allemagne que je viens de citer, ces Syndicats contribueraient certainement à la grandeur de la France qui en compte déjà un bon nombre de moindre utilité, et c'est à ce « levier archimédien » si puissant de la Presse que je confie cette idée, dans l'espoir de la voir fructifier.

CHAPITRE XII

VISIONS ÉLECTRIQUES

Visions d'hier, réalités d'aujourd'hui; visions d'aujourd'hui, réalités de demain; ce titre eût tout aussi bien pu convenir au présent chapitre qui contiendra une forte part de fantaisie allant en diminuant sans doute de jour en jour. Les hypothèses que je vais pouvoir émettre sans crainte, après ce préambule, auront peut-être encore l'avantage, dans une certaine mesure, de provoquer les solutions de problèmes dont la recherche est à l'ordre du jour. Bien qu'il ne soit pas téméraire d'avancer, en se basant sur les progrès effectués en si peu de temps, que la science électrique ne suive une marche aussi... foudroyante que lorsqu'elle se permet de faire le mal, il y aura, comme dans toute progression, des temps d'arrêt, puis un nouvel et brillant essor. Il est incontestable que nous venons d'assister, ces trente dernières années, à une poussée de cette sorte dont les effets ne sont pas encore ralentis.

Qui n'a été séduit par le côté suggestif des romans scientifiques de Jules Verne? Ne reconnaissons-nous pas maintenant, dans les traits de ce mystique capitaine *Nemo*, si surprenant avec ses *plongées* à travers les mers, l'officier commandant un sous-marin!

Et le téléphone! L'époque est-elle déjà si lointaine à laquelle on se plaisait à représenter nos braves gens de campagne cherchant à voir passer par les fils la dépêche qu'ils venaient de confier au bureau du télégraphe? Aujourd'hui, bien des petites communes, dépourvues de télégraphe, sont reliées au centre administratif par cette merveille : permettre d'entendre à distance! L'enfant du village

n'aura plus jamais l'étonnement qu'eût éprouvé, en 1850, l'homme le plus savant de la terre en présence du téléphone. Allo! est un mot à introduire dans le dictionnaire de l'Académie, et on peut être certain qu'il y pénétrera.

Voyez encore l'impression de ce savant en présence de la télégraphie sans fil; ici il eût été tout aussi excusable que notre campagnard de tout à l'heure. Il me serait facile de multiplier ces exemples dans lesquels l'électricité est l'*unique facteur du progrès*. De la diligence à la locomotive, de celle-ci à l'électromoteur des lignes qui vont escalader les rampes, presque inaccessibles à l'homme, des plus beaux points de vue des Alpes, les distances des effets produits sont analogues, mais entre la première et la seconde il s'était écoulé quelques bonnes centaines d'années, entre la seconde et la troisième, un demi-siècle au plus!

C'est ainsi qu'une génération, suivant l'autre, non seulement profite des progrès accomplis, mais comprend à peine qu'il n'en ait pas toujours été ainsi, ne gardant pour l'invention accomplie qu'une faible part d'admiration et l'esprit toujours tendu vers celle qu'elle convoite.

La seconde partie de cet ouvrage contiendra assez de réalités (je souhaite que l'on ne dise pas trop...) pour nous permettre, avant de l'aborder, un petit voyage dans le pays des illusions...

. . . . . .

Notre Fédération verte vient d'être définitivement constituée, les chutes d'eau de la région Normande sont autant de réceptacles d'énergie tous pourvus de turbines et de dynamos, pas une goutte d'eau n'est gaspillée! L'accumulateur économique est inventé et complète sa charge durant les courts moments où toute dynamo n'est pas employée directement ailleurs; nous sommes loin des *poteaux laids* dont il a été question tout à fait au début; un paysage ne ressemble plus à un papier de musique sur lequel des hirondelles ont pointé des notes; les amateurs de sites pittoresques ne sauraient plus se plaindre, car il n'y a plus l'ombre d'un poteau. Les grands et beaux sapins sont laissés à la forêt dans laquelle ils continuent à jouer leur modeste, mais incontesté rôle de régulateurs de la houille verte.

Toutefois la transition ne s'est pas faite d'un coup; les voltages s'élevant toujours avaient atteint des tensions de plus en plus élevées;

pour y satisfaire, tout en ménageant le cuivre qui commençait à se faire rare, on était arrivé à fabriquer du *fil creux*, non pas étiré plus ou moins régulièrement, mais bien *laminé*. Il n'est pas inutile de rappeler que, dans le cas des hautes tensions, l'électricité a tout naturellement une tendance si grande à s'échapper qu'elle suit de plus en plus l'extérieur du conducteur; dans certaines circonstances atmosphériques, quelques lueurs s'échappent même la nuit. On conçoit bien alors l'économie résultant du fil creux, qui, vision d'hier, est..... *réalité aujourd'hui!* Et c'est dans notre industrieuse région Normande, parmi ces fabricants d'aiguilles et de clous, dont les machines-outils sont si compliquées à réparer, qu'il est plus simple de les fabriquer soi-même, c'est dans une tréfilerie hydraulique que cette nouvelle invention si favorable au transport à distance a pris naissance!

Mais la *vision de demain* avait annoncé tout à l'heure : plus de poteaux du tout; donc, plus de fils non plus, car un puissant cerveau humain s'était dit : puisqu'on obtient une *action à distance* dans la télégraphie sans fil, pourquoi cette petite action ne deviendrait-elle pas aussi grande qu'on le désire? Le *sleeping-car* n'est autre chose qu'une... diligence sur rails. L'effort qu'il a fallu pour atteindre ce perfectionnement dans les moyens de transport est peut-être plus grand que celui qui reste à faire pour réaliser la vision du transport d'énergie à distance sans aucun fil..... car la *réalité d'hier* n'est-elle pas cette admirable expérience faite l'automne dernier au Muséum de Paris, en présence d'un roi que la science ne laisse pas indifférent, le roi de Portugal? Un savant éminent, Branly, obtenait le transport de petites énergies à distance. Voilà le jalon planté, l'invention se prépare, le savant est digne de tous les encouragements.

Tenons l'invention pour faite, et voyons son heureux résultat pour une force hydraulique de l'Iton. J'ai déjà cité plusieurs fois les usines de Tubœuf, ancienne fonderie et tréfilerie de cuivre, dans laquelle une quarantaine d'ouvriers unissaient leurs efforts à une trentaine de chevaux hydrauliques pour cette utile besogne; ces chevaux sont bien *une réalité*, car l'eau coule toujours, je puis l'assurer. A l'heure actuelle, tout industriel cherchant à établir une usine commence par demander la distance, à la gare du chemin

de fer de la localité, et, quand cette distance est de plus de quelques centaines de mètres, il craint la nécessité d'un transport par route et cherche ailleurs, allant de préférence se fixer à proximité de la voie ferrée, abandonnant la cause de la houille verte pour celle du charbon, pourvu qu'il ait de l'eau pour alimenter sa machine à vapeur, à plus forte raison quand il prévoit que ce combustible entrera pour une part très importante dans les besoins de sa fabrication ; l'ouvrier n'en sera qu'à moitié marri, car il aura, lui aussi, la ville à proximité, mais ce ne sera pas toujours à l'avantage de sa moralité, ni de sa santé... *Mais la vision* nous a montré que les usines de Tubœuf n'ont plus besoin de chevaux pour franchir les 5 kilomètres qui les séparent d'une ligne du chemin de fer secondaire, dont le trafic est tellement faible que l'on peut affirmer qu'il n'en sera plus établi d'autres dans son voisinage. Puis pourquoi iraient-elles chercher du charbon venu du carreau des mines à grands frais de transport? Les sages règlements du *Syndicat vert* de l'Iton ont établi un usage régulier de l'eau, sensiblement augmenté encore par le meilleur entretien des nombreux étangs que compte cette modeste rivière à son origine et dont il a maintenant la surveillance et la gérance pour le bien commun. Ce n'est plus 30 chevaux, mais plus de 50 que possèdent lesdites usines, et elles ont bien entendu aussi une voiture de livraison sans rails et... sans fils. Celle-ci contient tout simplement dans le siège du cocher, du wattman champêtre plutôt, une dynamo réceptrice, qui, tout en s'éloignant de l'usine, reste en communication électrique avec la dynamo génératrice de l'établissement; ces voyages se font de préférence la nuit, moment où le travail est interrompu à l'usine.

Dans la question des transports par route aux usines hydrauliques, le progrès ne s'était pas fait non plus d'un seul coup, avant la traction idéale entrevue par *vision...; une réalité* s'était produite : en février 1906, on a fait à Laigle même, dans l'Orne, des essais de trains du système Renard destiné aussi bien au service des marchandises qu'à celui des voyageurs ; on voulait démontrer aux usiniers ou fermiers la possibilité de laisser au passage dans leurs cours des fourgons qu'ils avaient ensuite tout le temps voulu pour décharger et recharger selon leurs besoins. En un mot, un service de messagerie automobile, grande et petite vitesse, dans les campagnes,

voilà un premier point tout à l'avantage pour la rentrée en activité des usines de Tubœuf aujourd'hui fermées.

Une autre tentative dans cette voie, qui restait malheureusement à l'état de projet, s'était déjà produite dans l'Orne aussi. Nous découvrirons par la suite, un peu perdue au milieu de ses semblables (toutefois la table des matières permet de se reporter aussitôt à celle-ci), la petite Station centrale de Putanges, non loin d'Argentan. Un maire entreprenant avait eu avant moi-même la pensée d'utiliser la houille verte; la force hydraulique, réunissant sur un même bief la puissance de trois anciennes usines fermées, atteignait une soixantaine de chevaux et dépassait donc de beaucoup les besoins de l'éclairage électrique de la commune. Celle-ci est située à 8 kilomètres d'une station de chemin de fer, et la *vision* de ce maire fut un moment de remplacer le *patachon* actuel peu confortable par un véhicule plus moderne; le conseil municipal nomma une commission d'étude, et celle-ci fixa son choix sur le mode des *transports par routes* avec trolley automoteur, tel qu'il fonctionne présentement entre Fontainebleau et Samois ainsi qu'à Montauban. Des questions budgétaires arrêtèrent ce généreux projet, car ce petit centre est actif et productif, ainsi que nous l'avons vu (chap. III, p. 9); espérons qu'on reviendra à un projet que les perfectionnements constants de l'automobilisme rendront de plus en plus réalisable.

Pratiquement, pour une ligne d'un trafic peu intense, comme il faut éviter les frais onéreux des feeders (lignes supplémentaires

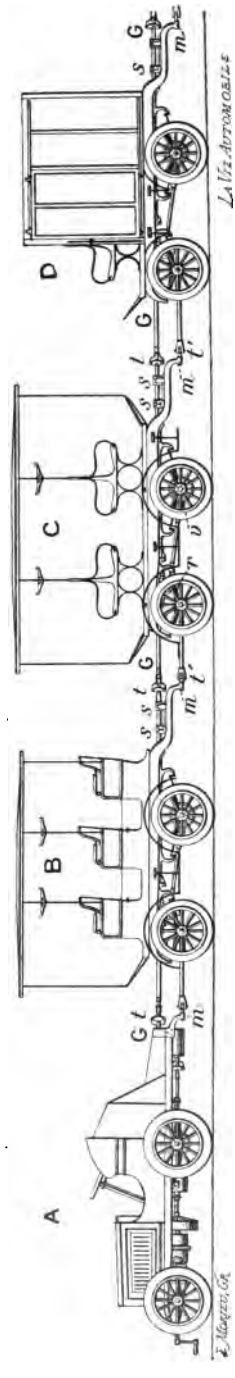
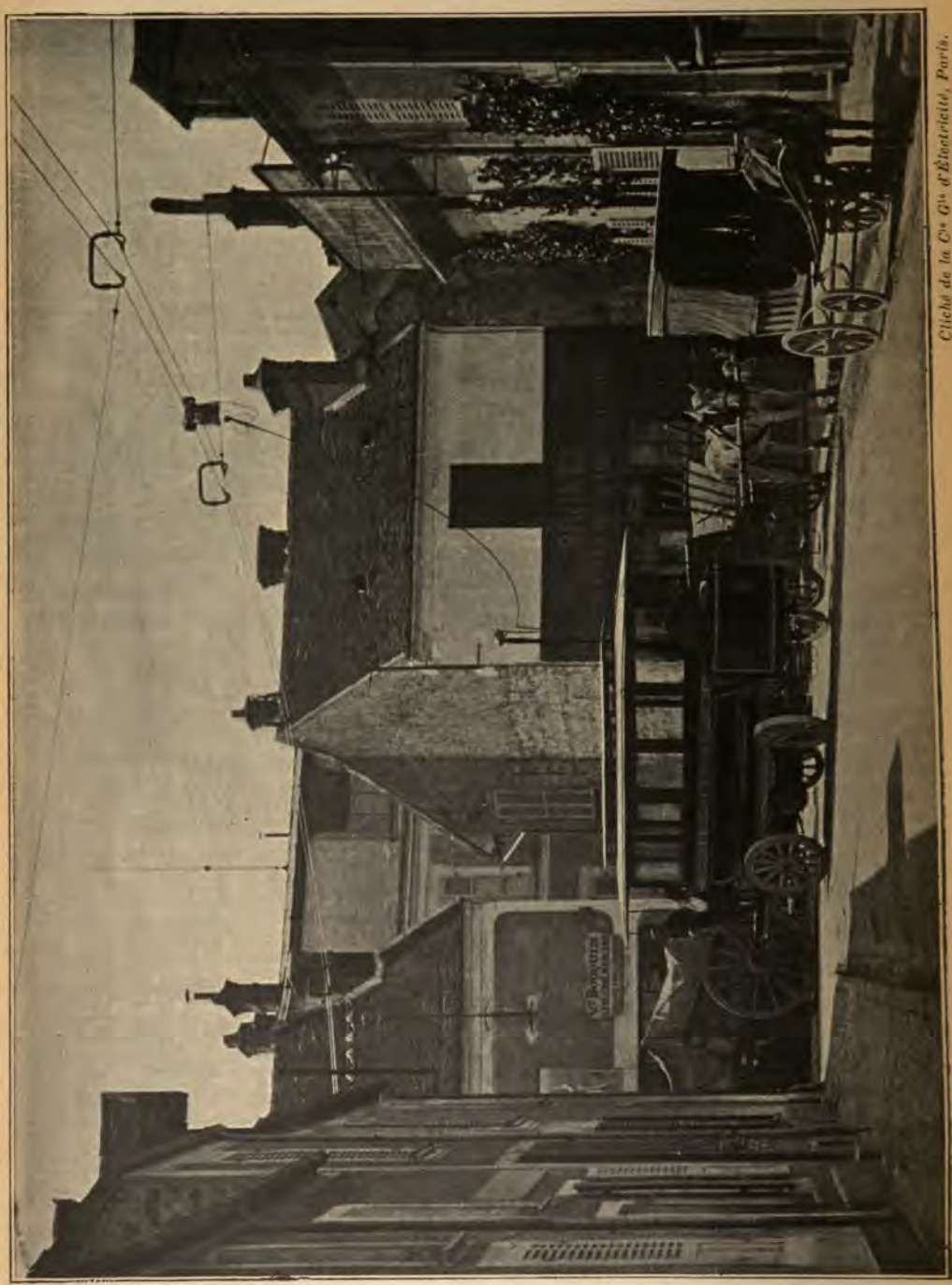


FIG. 55. — Schéma du train automobile routier Renard.

A, tracteur. — B et C, voitures de voyageurs. — D, fourgon.



Cliché de la Cie Gle d'Électricité, Paris.

FIG. 56. — Traction par trolley automoteur (ligne de Fontainebleau à Samois, tournant à angle droit dans Samois).

partant de l'usine pour renforcer certains parcours du trajet) et se borner aux intensités de 500 volts, on ne doit pas dépasser une limite de parcours de 6 kilomètres, à moins, bien entendu, que la station

Cliché de la Cie Gle d'Électricité, Paris.

FIG. 57. — Un passage compliqué d'une ligne de traction par trolley automoteur, à Montauban (lampe à arc).

génératrice ne se trouve au centre de la ligne. Enfin la puissance minimum de cette usine génératrice nécessaire pour le trafic d'une voiture en service, avec une autre de réserve en vue des jours d'affluence, doit être de 50 kilowatts environ, donc 70 chevaux.

Une réalité qui surprendra sans doute fort le lecteur, n'est-elle pas cet homme convoyant un chargement et se promenant dans les airs? (*fig.* 58.) Il eût donné raison, ne semble-t-il pas, au naïf campagnard de tout à l'heure s'appliquant à voir sa dépêche..... à cheval sur le fil de la ligne télégraphique. Il eût eu encore bien plus raison, en voyant bagage ou marchandise suivre tout seuls la ligne aérienne, car les deux se pratiquent surtout en Amérique, sous le nom de *téléphérage*. Le principe est à peu près le même que celui du tram à trolley sans rail : le courant actionne un petit moteur électrique qui roule sur un rail suspendu dans les airs, et entraînant à sa suite wagonnet, chargement et conducteur. Dans le cas de poids relativement légers, pour les transports dans l'intérieur des usines et ateliers par exemple, un simple câble peut suffire et la propulsion s'obtient par la manœuvre d'interrupteurs; dans d'autres cas, l'on forme de véritables trains avec des balladeuses. Bornons-nous à ajouter que l'on pratique cette application de transport pour des poids variant de 45 kilogrammes à plusieurs tonnes. Sur une ligne en palier et pour une vitesse de 18 kilomètres à l'heure, la force motrice nécessaire pour le transport d'une tonne est de un cheval. L'inventeur est Émile Guarini, ingénieur à Lima (Pérou).

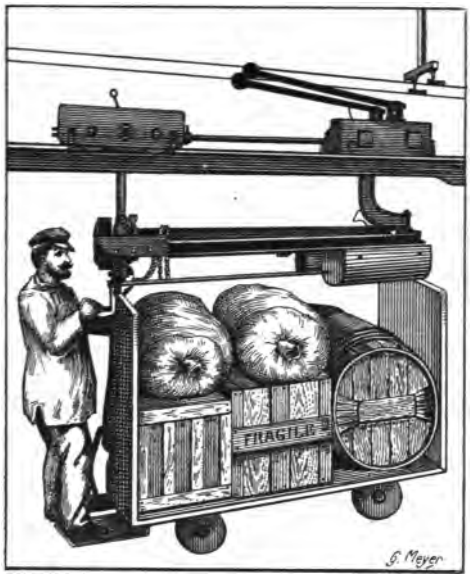


Fig. 58. — Téléphérage à deux trolleys pour transports de bagages ou marchandises.

Bien des petits centres ou des usines de la houille verte de Normandie pourraient utiliser avantageusement le dessus des accotements des routes nationales, souvent si belles, si larges et si droites; cependant le téléphérage ne craint ni les courbes ni les côtes.

Sur cette question de traction on peut ajouter que dans les contrées de houille verte, lesquelles ne peuvent avoir la prétention de

voir se créer des lignes de voies ferrées avec traction hydro-électrique, comme c'est *déjà le cas actuellement*, dans la région des Alpes, aussi bien françaises qu'italiennes ou suisses, *le cheval de renfort* des automobiles électriques sera toujours *au bas de la côte ;* plus une contrée sera accidentée, plus on rencontrera de chutes d'eau et, par la suite, d'usines hydro-électriques. On a déjà proposé un type uniforme d'accumulateurs pour automobiles et par conséquent interchangeables ; ce fait entrerait bien alors dans le chapitre

G. 59. — Voiturette électromobile à deux places devant le garage (*fig.* 5) avant sa reconstruction.

Elle peut se charger de « houille verte » et fournir 45 kilomètres ; environ 6 heures 1/2 de charge ; 44 éléments, donc moteur à 80 volts ; poids mort, 1.600 kilogrammes.

précédent des idées syndicales. *Vision* encore, dira-t-on... Je puis répondre cependant par un projet sérieux à l'étude : les chutes toujours élevées qui déversent leurs torrents dans les *fiords* de Norvège vont être utilisées pour charger des accumulateurs dont le transport par mer est peu coûteux, et ceux-ci viendront jusque sur le continent opérer leur décharge de... houille blanche. Ce terme métaphorique ne saurait être employé peut-être plus justement.

La figure 59 montre une de ces petites voitures électromobiles dont la légende à elle seule est la solution de tout un problème ; comme pour les autres électromobiles, une turbine accouplée à

une petite dynamo peut remplacer cheval, cocher, avoine, foin et paille.

A propos d'accumulateurs, et, si nous y revenons souvent, c'est qu'il y a là une question du plus grand intérêt pour le développement de l'électricité et surtout de l'hydro-électricité. On les a déjà employés pratiquement, dans certaines mines d'Amérique, en place des lampes à l'huile des mineurs, et ce sont même d'excellentes lampes de sûreté contre les terribles surprises du grisou. A cet effet on les charge en les réunissant en *série* (nous savons fort bien ce que l'on entend par là depuis l'expérience de l'arbre de Noël), à raison de 20 quand la tension est 110 volts et de 40 quand la tension est de 220 volts. Pour absorber l'excédent du voltage, il est indispensable d'intercaler un rhéostat pour atteindre le voltage voulu à la fin de la charge. On peut aussi charger une seule de ces lampes, et nous retrouvons ici l'application que nous avons faite d'une lampe placée *en résistance* pour la marche du petit électromoteur (chap. v). Cette démonstration par un simple jouet ne paraît donc plus si vaine, et la lampe de 32 bougies sur 110 volts, dont il a été alors question, est encore bien celle qui convient à cette petite batterie d'accumulateurs. Puis on sépare ces lampes au moment de les confier aux mineurs..... Ce serait donc *à peine une vision* que de supposer dans les fermes ou habitations isolées de la campagne une distribution de *bidons d'électricité*. La voiture de livraison électrique passe, dépose un certain nombre d'accumulateurs chargés et remporte à l'usine ceux à soumettre à une nouvelle charge ; il ne reste plus qu'à fixer la lampe sur la tête d'un bidon d'un nouveau genre, et à tourner un bouton pour allumer.

Cliché à la Société d'applications électriques, Arras.

FIG. 60. — Lampe-accumulateur, dite New-Catrice, pour mines, soutes, caves, etc.

C'est cette même lampe qui a la triste actualité d'avoir servi à la recherche des corps des 1.200 infortunés mineurs qu'un terrible désastre a encore tués dans la récente catastrophe de Courrières. Les

deux éléments dont se compose cette lampe donnent 3,9 volts à la décharge, pendant 15 heures environ, pour une lampe de 1 bougie. Elle pèse 2^{kg},700, c'est un peu lourd; mais, le récipient des accumulateurs étant hermétiquement clos, elle peut être renversée sans inconvénient. La petite lampe consomme 3,5 watts par bougie et peut fournir 500 heures. Les gardes-chasses emploient ces mêmes lampes avantageusement dans leurs tournées nocturnes, car il suffit de tourner un petit interrupteur pour produire subitement la lumière.

Je viens d'insister sur les avantages de l'emploi des accumulateurs comme auxiliaires d'énergie dans les petites usines hydro-électriques; j'ai également signalé, au chapitre IX, les services que peuvent rendre, dans le même but, les petits moteurs à pétrole. On a cherché maintes fois, et non sans succès, à substituer dans ceux-ci, comme combustible, l'alcool de production française au pétrole d'origine toujours étrangère, puisque les mines de pétrole nous font complètement défaut et ne se rencontrent qu'en Russie ou aux États-Unis d'Amérique. L'agriculture aurait grand avantage à voir cette substitution se généraliser; elle trouverait là un emploi de l'alcool qu'elle obtient facilement par la distillation des betteraves et autres tubercules, parmi lesquels se place en première ligne, on l'ignore peut-être, le topinambour dont la culture est très rustique. Et puisque dans ce chapitre nous allons de l'avant, *une vision*..... dans le domaine des applications de l'électricité nous autorise à voir l'usine hydro-électrique de l'avenir assez bien outillée pour extraire, par ses propres moyens, l'alcool du topinambour, sans l'intermédiaire d'appareils spéciaux de chauffage. Alors les chevaux périodiques trouveront un emploi tout naturel : on les mettra (sous forme d'alcool)..... en bouteilles, comme réserve, pour la saison des basses eaux !

Correspondre avec la planète Mars offre certainement des difficultés plus grandes à vaincre que la télégraphie sans fil, même si l'on se contente de l'éventualité... d'obtenir une réponse résultant de la présence ou non d'habitants. Il n'en est pas moins vrai que cette idée de correspondance interplanétaire a été émise et que l'électricité n'était pas étrangère à cette proposition qui paraît

baroque de prime abord. On projetait de tracer quelque immense figure trigonométrique d'une intensité proportionnelle au but à atteindre dans les steppes de la Russie, et, en cas de... réponse, la conversation commençait !

La lampe électrique dont l'image suit (*fig.* 61) peut évoquer une semblable illusion, car on lui reproche d'avoir une *lumière clair de lune*. Cette lampe, dite à vapeur de mercure, est d'invention toute récente ; elle n'émet que peu de rayons rouges et abonde au contraire en *rayons verts*. Or, remarquez bien qu'elle peut fonctionner sur n'importe quel secteur de notre houille verte. Elle

Fig. 61. — Lampe à vapeur de mercure de Cooper-Hewitt.

fonctionne tout aussi bien sur les courants alternatifs que sur les courants continus ; enfin des expériences en cours permettent de supposer qu'elle réalisera une économie de la consommation de courant sur les autres lampes ; elle offre aussi moins de danger que les lampes à arc, puisque la lumière se produit dans un tube fermé. En tout cas, on a pu juger de l'heureux effet obtenu, lors de l'Exposition de l'automobile de 1906 ; placées sous les plafonds des colonnades extérieures du Grand Palais, sans être visibles à l'œil, ces lampes produisaient sur les fresques émaillées l'effet du *jour réel*, effet augmenté sans doute par le contraste de l'éclairage ambiant dû au gaz et aux lampes à incandescence.

Indépendamment de la résurrection des forces hydrauliques à laquelle ces divers moyens de transports et d'utilisation peuvent

concourir, il est une conséquence sociale qu'il ne faut jamais perdre de vue : la vie modifiée de l'intérieur de l'ouvrier. Reprenons le cas des usines de Tubœuf, mon réalisme de statisticien me ramenant toujours à des preuves à fournir. La population de cette localité est tombée de 150 habitants à 100 en vingt années (on y prend les gens au collet pour les mettre du conseil municipal !). Or, jadis, lorsque la tréfilerie était en activité, tandis que les ouvriers travaillaient à l'usine, leurs femmes cousaient à la maison gants et corsets, ou bien encore enfilaient les épingles et les aiguilles dans ces feuilles de papier gaufrées qui en rendent la vente plus séduisante. Aujourd'hui, dans une autre importante usine qui ne compte pas moins de 500 ouvriers, une machine perfectionnée les épingle à leur place par milliers en quelques minutes, mais la machine est coûteuse, elle appartient à cette grande usine.

La vision..... nous montrera la femme de l'artisan de Tubœuf dans un intérieur bien éclairé à l'électricité, disposant à domicile d'une petite source d'énergie ; elle aura machine à coudre ou toute autre machine-outil analogue, elle ajoutera encore sa part de travail journalier au salaire destiné à l'entretien du ménage, mais sans cesser de pouvoir moucher les mioches ! Où sont-ils aujourd'hui, ces pauvres petits, dans le cas où la mère passe toutes les heures de travail à l'usine? Confiés sans doute à une crèche quelconque, en attendant l'âge de l'école, considérée par les parents encore comme un bon débarras; puis, à peine adolescents, ils iront tendre le cou au collier que leur prépare le grand exploitant et, élevés sans tendresse maternelle, c'est dans l'atelier privé de grand air que leurs corps continueront à s'étioler. Comment veut-on que la durée de la journée ne semble pas trop lourde à ces travailleurs et travailleuses? Et n'est-ce pas d'elle qu'il est question au fin fond de toutes les grèves ?

C'est alors le jardinet où l'enfant de tantôt, grand-père un jour lui-même, retrouvera les chers souvenirs de son enfance ; ce sont les joues roses et la tartine du bon et sain pain de campagne avec un tantinet de confiture de groseilles classiquement cultivées dans le petit potager ; ce sont aussi les forces pour l'âge mûr dont l'homme aura su consacrer le temps strictement nécessaire à la patrie !

Et la réalité d'aujourd'hui, c'est encore le concours de la Société

d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon, organisé par sa section du Génie civil pour juillet et août 1906, en vue des applications *du petit moteur électrique aux machines de l'atelier familial et aux usages domestiques*, applications, est-il dit, qu'on rencontre si nombreuses en certaines villes de l'étranger ; le concours comprendra l'emploi des électro-moteurs à la commande des machines à coudre, à broder, à tricoter ; l'adaptation des petits moteurs aux ventilateurs d'appartement, aux transporteurs, aux nouvelles machines de nettoyage par le vide, des tapis, tentures, boiseries, etc. ; l'attelage de petits moteurs aux tours d'horlogerie, aux scies à découper le bois, aux hachures, tourne-broches, machines à cirer les parquets, les chaussures, etc., etc... Le concours est limité aux applications des petits moteurs électriques dont *la puissance est inférieure à 1 cheval.*

Je dois m'arrêter dans cette voie sous peine d'être accusé d'écrire une plaidoirie en faveur de la houille... tricolore ! Et après tout, c'est aussi un peu d'elle qu'il s'agit ici ; la consommation du charbon nous a montré les côtés faibles de la centralisation industrielle ; nous savons pour quelle part la France est tributaire de l'étranger à ce point de vue. Dans toutes les usines hydrauliques que j'ai visitées et qui employaient les deux genres de moteurs, j'ai entendu dire : *Si la force hydraulique ne nous suffit pas, c'est toujours autant de gagné ;* ou encore : *Nous avons soin d'attendre pour procéder aux réparations de nos machines de secours l'époque à laquelle l'eau nous suffit.*

Pour tenter de justifier toutes... *ces illusions*, je reproduis dans toute sa clarté la citation suivante extraite de l'article de *l'Économiste français* du 20 janvier 1906 que j'ai déjà cité ; son éminent auteur, M. Pierre Leroy-Beaulieu, émet des vues d'un ordre très général, que tout cœur vraiment français désirera croire prophétiques :

« On commence à voir se produire la révolution industrielle que doivent nécessairement entraîner les applications de plus en plus nombreuses de l'électricité. Nous n'assistons encore qu'au début du mouvement qui se développera au fur et à mesure que des inventions et des perfectionnements nouveaux étendront le champ des usages du courant électrique ; mais plusieurs inventions décisives

se sont déjà produites, et il semble que l'électricité en soit aujourd'hui au point où se trouvait la vapeur vers le premier quart du XIXe siècle, au temps de Watt et de Stephenson. Dans la longue route qu'elle doit parcourir, et où elle marchera vite, sans doute, pour arriver à son plein développement, elle amènera de grands changements sociaux et même politiques. »

« La reconstitution de l'atelier de famille, ainsi que la substitution croissante de cette énergie à la force des animaux et même à la main-d'œuvre humaine dans beaucoup de rudes travaux agricoles en sont d'heureuses conséquences. A ce point de vue, l'électricité est donc un agent de décentralisation ; enfin, elle enlèvera aux contrées riches en charbon le monopole industriel que leur avait donné la vapeur et, comme la puissance politique est souvent la conséquence de l'essor économique, il doit en résulter des changements dans l'équilibre même du monde. »

Puis M. Leroy-Beaulieu ajoute plus loin : « La mise en valeur des grandes forces hydrauliques, que permet l'électricité, promet de transformer la montagne suisse en une nouvelle Belgique. Elle ne peut manquer de déterminer un puissant développement des pays Scandinaves ; l'Italie, dont l'industrie est arrêtée par le manque de charbon, trouvera une large compensation dans les forces motrices des Alpes et même de l'Apennin. L'Espagne est même bien pourvue ; l'Allemagne, sauf la Bavière, n'a pas de glaciers, et la vieille reine industrielle du XIXe siècle, la Grande-Bretagne, est assez mal lotie, à part quelques parties de l'Écosse. Les deux pays qui paraissent le plus devoir profiter de l'utilisation des forces hydrauliques sont l'Autriche et la France. »

Plus loin on lit encore : « Ce n'est point seulement aux petites forces hydrauliques de nos départements de l'Ouest que l'électricité permettra de nouvelles utilisations. Grâce à elle, il faut l'espérer, on pourra parler de même du développement économique, de la grandeur de la France entière. Nous avons souffert dans notre richesse, dans notre puissance économique et politique, de notre pauvreté en houille noire. C'est la cause essentielle de l'affaiblissement relatif de notre pays au cours du XIXe siècle. Une ère nouvelle de renaissance et de progrès s'ouvre devant nous avec le XXe siècle, grâce à notre houille blanche et à notre houille verte, si nous savons les mettre énergiquement en valeur. »

Les dernières lignes de la citation qui précède renferment donc une reconnaissance des plus flatteuses du nouveau terme, qui se reproduira invariablement dans les en-têtes des huit chapitres suivants.

Si la houille verte, dont les applications seront si nombreuses dans chacun des départements envisagés de la région Normande, a pu obtenir l'approbation de personnalités aussi compétentes, il faut l'attribuer à ce que cette métaphore a été mise au jour au moment opportun : il y a cinquante ans, elle n'était pas possible, puisque la dynamo était inconnue; dans cinquante ans, elle sera *vieux jeu*, si l'expression m'est permise. Mais, dans quelques années, une revision de toute cette seconde partie, offrira sans doute un intérêt dont je ne veux pas douter, car cette revision montrera, en plus de nouveaux exemples hydro-électriques, les résultats économiques et sociaux qui sont si heureusement prédits à la page précédente.

DEUXIÈME PARTIE

APPLICATIONS ET STATISTIQUES

CHAPITRE XIII

LA HOUILLE VERTE DANS L'ORNE

I. — LES EXEMPLES HYDRO-ÉLECTRIQUES

Me réservant de présenter, à la suite de la carte de chaque département, quelques considérations sur l'aspect physique et hydrographique, ainsi que sur la statistique propre, je commencerai aussitôt par la description des installations électriques comprises dans l'Orne; j'ai généralement adopté l'ordre chronologique, commençant par l'installation la plus ancienne en date :

1° **Domfront,** chef-lieu d'arrondissement, est la première ville du département et même une des premières de France dans laquelle l'éclairage électrique ait été établi, en 1880. L'éclairage, d'abord purement municipal, fut au début l'objet de nombreuses critiques. Aujourd'hui, tout le monde est d'accord pour se féliciter du parti adopté, et l'usage de cet éclairage est général dans toutes les classes ; car, dans une ville moderne, il répond au double besoin du service public et de l'éclairage intérieur.

Il n'est pas indifférent de rechercher le motif de ce succès ; à quoi devons-nous l'attribuer? La rivière la *Varenne* offre-t-elle des ressources qu'on ne trouve pas ailleurs dans l'Orne? J'en doute, et la succession des trois barrages, distants de 3 kilomètres représentantune force moyenne de 60 chevaux et réunis pour une même uti-

lisation se rencontrerait facilement dans d'autres parties du département ; mais les habitants de Domfront ont appliqué un principe trop peu répandu : *l'union fait la force !*

Ces trois usines hydro-électriques, qui s'appellent, en remontant le cours de la rivière, *Notre-Dame*, *les Tanneries* et le *Pont de Caen*, se suivent et ne sauraient se nuire ; bien mieux, elles sont disposées de façon à utiliser au même moment et en même quantité le volume d'eau qui leur arrive.

La troisième usine, dite du Pont de Caen, est même assez éloignée de la ville, 2 kilomètres environ. Ne croyez pas que, en présence de cette utilisation récente, vous allez vous trouver en face d'un bâtiment somptueux ; c'est tout simplement l'ancien moulin à blé composé de deux pièces, dont l'une était la chambre du meunier, et l'autre celle de la meunerie, trop grande même pour le matériel électrique. Cette usine est purement hydraulique et comporte une turbine et deux dynamos de 52 ampères à 120 volts. Leurs courroies se superposent sur le grand volant de la transmission horizontale de la turbine, de façon à marcher *à la même vitesse*.

Je viens de dire à la même vitesse : en effet, nous allons apprendre une nouvelle propriété de la science électrique : *la distribution à 3 fils*. En voici le principe : on peut mettre à côté l'une de l'autre deux dynamos, les relier, et leurs voltages s'ajoutent comme 2 et 2 font 4. Dans le cas présent, nous aurons, 120 et 120 font 240, et jusqu'à présent un élève de n'importe quelle école primaire me comprendra ; mais où la chose va se corser, c'est que nous voulons cependant n'employer que des lampes à 120 volts (c'est plus prudent). Il y a bien un moyen d'y arriver, c'est d'en mettre deux *en tension* (Voir chapitre v), puisque 120 et 120 feront encore 240, car autrement elles ne feraient qu'une flambée. Mais, si l'on désire éteindre l'une d'elles, le courant sera coupé et l'autre lampe s'éteindra également. C'est ici que le troisième fil intervient ; on le fait passer entre les deux lampes ou deux groupes de lampes, et le courant reviendra à la dynamo qui l'entretient, même si l'autre lampe est éteinte ; mais tant que les deux lampes seront allumées, il ne reviendra rien du tout ; on peut donc le mettre très fin, puisqu'il n'est là que comme en-cas.

Nous voici arrivés par conséquent à n'avoir que 3 fils au lieu des 4 nécessaires pour deux circuits, et l'un des 3 fils pourra même être

très fin pour le motif donné ci-dessus. Fameuse économie de cuivre! Le croquis (*fig.* 62) complétera l'explication :

Les Tanneries sont une usine à double fin, car une bonne partie de la journée la force hydraulique y est employée à refouler l'eau dans les réservoirs de la ville situés à 37 mètres au-dessus de la rivière.

Pour l'éclairage, je relève à cette seconde usine de Domfront deux dynamos de 60 ampères à 110 volts, puisqu'on est plus rapproché de la ville; toutefois, ce service de jour et de nuit dépassant la force moyenne de la turbine, une première machine à vapeur a dû lui être ajoutée.

Enfin, à l'usine de *Notre-Dame*, nous trouvons, en plus de la turbine, qui actionne séparément ses deux dynamos de 120 ampères à 120 volts, une toute récente et très confortable installation au charbon; toute l'installation est en double, et chacune des 4 dynamos est de 120 ampères à 120 volts aussi.

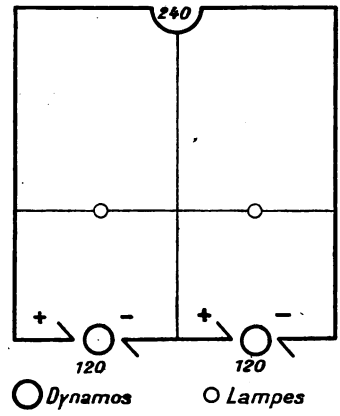


FIG. 62. — Schéma d'une distribution d'éclairage électrique à trois fils.

En ville, se trouve un bureau où se centralisent tous ces courants, et c'est plaisir de voir fils et poteaux faire de toutes parts l'escalade des anciens remparts, conquête pacifique de la science à laquelle le vieux donjon semble assister fort étonné, plus habitué jadis à voir se dresser la potence. Tous les Normands connaissent le dicton populaire :

Domfront, ville de malheur,
Arrivé à midi, pendu à un' heur'
Pas seulement l'temps d'dinner (dîner)!

La canalisation est entièrement aérienne et alimente les 78 réverbères de la ville et environ 2.000 lampes chez les abonnés. Un imprimeur possède un moteur électrique pour ses presses. Batterie d'accumulateurs au centre de la ville.

2° **Mesnil-Glaise,** près d'Argentan, château alimenté par une usine hydro-électrique établie en 1894 sur un ancien barrage de

l'Orne. L'électricité est distribuée abondamment dans toutes les dépendances, ainsi que dans une ferme modèle, si abondamment

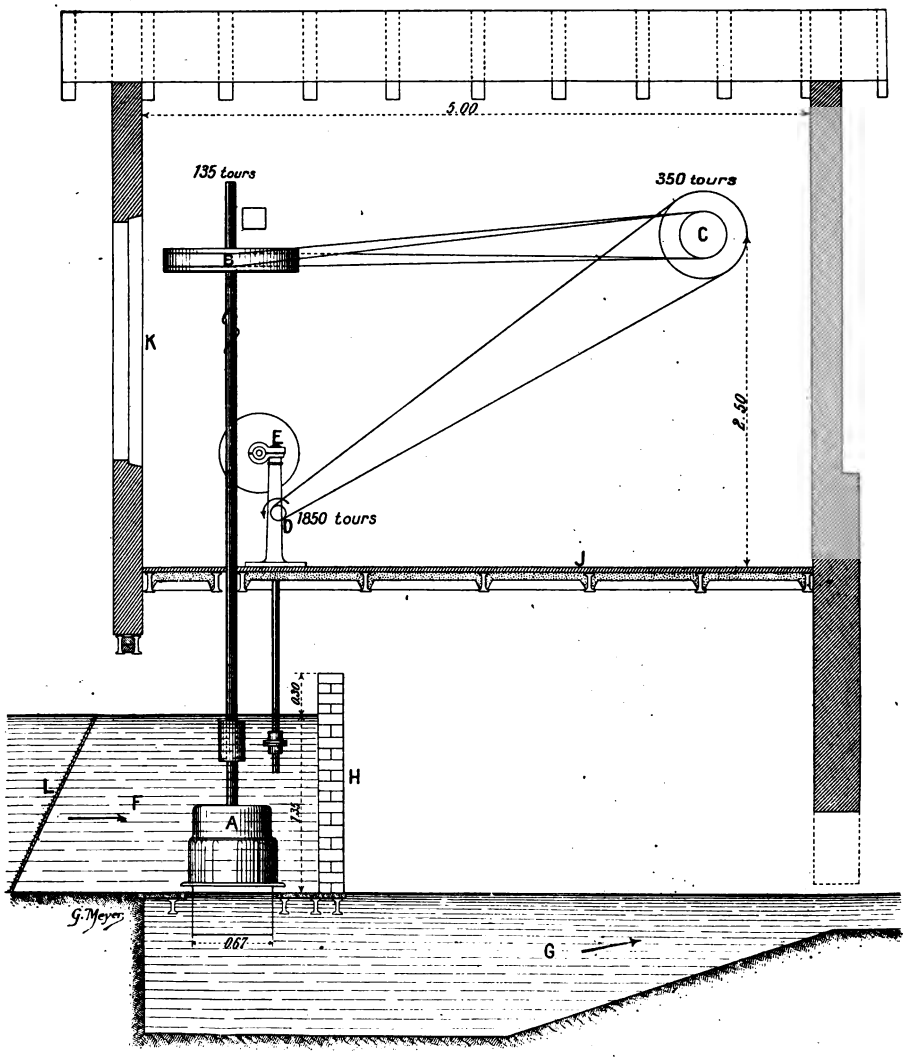


FIG. 63. — Coupe du pavillon hydro-électrique des Masselins, à Chandai (Orne).

A, turbine. — B, axe vertical et poulie. — C, transmission et multiplication. — D, place de la dynamo. — E, vannage d'ouverture de la turbine. — F, canal d'amenée. — G, canal de fuite. — H, mur de la chambre à eau. — J, dallage. — K, fenêtre. — L, grille d'arrêt.

que l'on laisse l'installation en activité toutes les nuits d'hiver, se bornant à abaisser alors le voltage à l'aide du rhéostat. Partout des veilleuses électriques, c'est fort commode.

3° **La Chapelle-Montligeon,** maison de retraite pour les ecclésiastiques et lieu de pèlerinage bien connu, au-dessous de Mortagne, utilise depuis 1898 un ancien moulin à blé situé à 400 mètres de là, sur la Villette, pour la production de la lumière électrique.

FIG. 64. — Le pavillon hydro-électrique des Masselins, à Chandai (Orne) (Voir aussi figure 4).

Un enfant de dix ans peut mettre en marche une turbine de 5 chevaux.

Puisque c'est à mon tour de me *mettre sur la sellette*, je le fais sans me faire prier.

4° **Les Masselins.** — La force hydraulique de l'ancienne *tréfilerie* de *Chandai*, dans ma propriété des Masselins (sise commune de Chandai) est ainsi définie : hauteur de la chute, $1^{m},67$; 15 chevaux utilisables, 10 utilisés. Je me suis borné à en mettre 5 dans ma petite usine hydro-électrique, c'est la force de la turbine, et je les

attelle le jour à ma fantaisie à divers usages domestiques, mais le soir régulièrement à la dynamo pour l'éclairage qui absorbe à pleine charge 3,5 chevaux et peut donner alors 55 lampes de 10 bougies ou 17 ampères à 120 volts. Dans la pratique, je ne dépasse pas 15 lampes pour en employer 24 à l'automne.

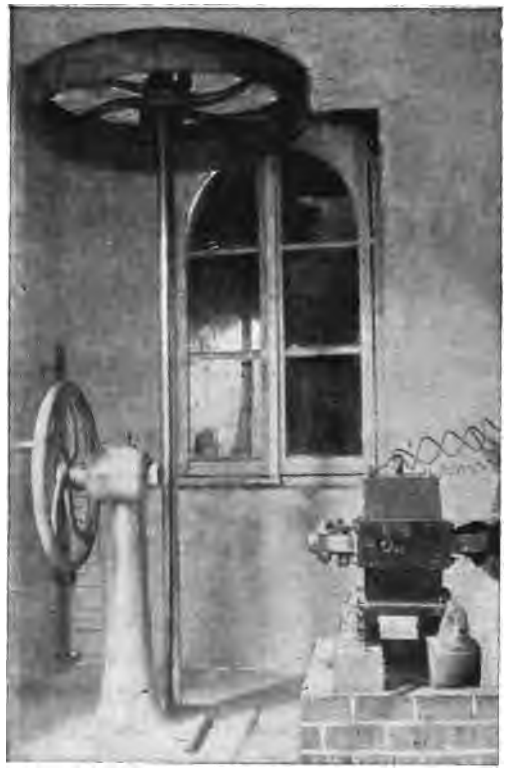


Fig. 65. — Intérieur du pavillon : volant du vannage d'admission ; arbre vertical de la turbine et transmission ; la dynamo.

L'électricité ainsi produite quitte cette *usine minuscule* par 2 fils de cuivre nus supportés par des isolateurs en porcelaine comme ceux des télégraphes, longe des bâtiments sur un parcours de 140 mètres et, laissant sur son chemin des ramifications dans les communs et dépendances, gagne le centre de l'habitation principale. A partir de là, il faut la surveiller, la guider soigneusement, ne pas ménager les *plombs fusibles* qu'elle ne pourra franchir au premier accident. Or l'on n'est jamais si bien servi que par soi-même, et

qu'il me soit permis d'ajouter que, si j'ai souvent peiné (sans oublier les aides complaisants et improvisés de ma petite commune), j'ai aussi joui de quelque satisfaction à l'inauguration de chacun de mes petits réseaux. Je n'ai pas l'intention d'introduire le lecteur dans mon intérieur; qu'il lui suffise de savoir que, depuis la *lampe qui permettra de surveiller le rôti* jusqu'au *lustre du salon*, l'électricité seule est en usage chez moi. Je viens même cette année de prolonger ma petite ligne aérienne jusqu'à la grille d'entrée par des fils suspendus aux arbres et se distinguant à peine sur le fond de ver-

Fig. 66. — Dynamo électrique à 2 pôles, 17 ampères, à 120 volts, en usage pour l'éclairage électrique au château des Masselins, à Chandai (Orne).

dure du parc. La lampe de la grille est à 300 mètres de la dynamo et elle brille comme les autres.

Ce projet avait cependant trouvé des adversaires et des sceptiques et jusque parmi les miens : j'allais, prétendait-on, me vouer à l'extermination infernale de ces foudres réunies, ne laisser aucun repos aux pompiers! C'est donc dans ma propre chambre que j'ai lancé le premier courant... puis les demandes n'ont pas tardé à se succéder.

En résumé, grâce à une quantité d'eau suffisante, un trop-plein qui déborde pour assurer une marche régulière de la turbine, une transmission la plus simple, deux courroies, et, avec cela, il m'est arrivé en automne de faire mettre la turbine en marche à quatre heures et demie, et de la faire arrêter et, par conséquent, d'éteindre d'un coup toutes les lampes de l'habitation et dépendances, à neuf heures et demie, soit cinq heures d'éclairage consécutif, sans avoir à re-

mettre les pieds dans ma petite usine. Au mois de décembre, nous employons même l'électricité le matin pour le réveil ; un coup de sonnette, on va ouvrir la vanne et toutes les lampes, restées sur les circuits la veille, se rallument pour le lever et le service.

Entre autres services domestiques ma turbine scie directement le

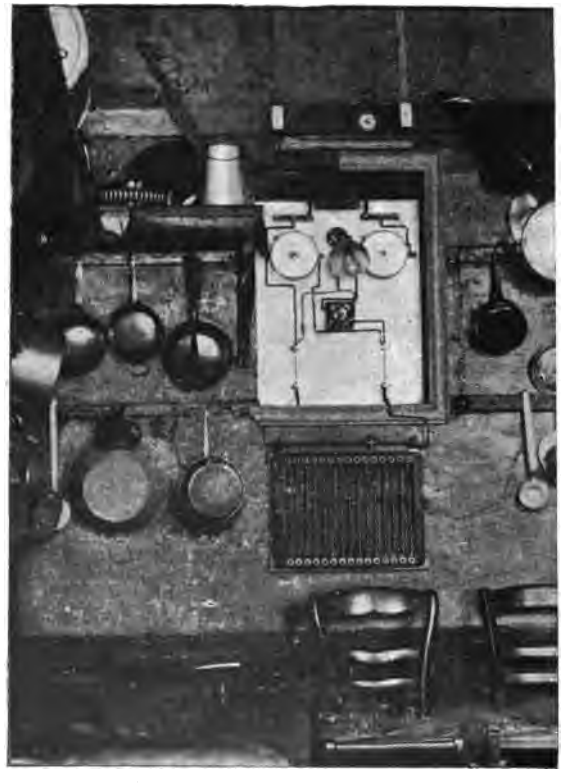


Fig. 67. — Tableau de contrôle et résistance dans la cuisine [les Masselins, à Chandai (Orne)].

bois de chauffage et de cuisine ; on aiguise encore les instruments tranchants ; à l'époque de faire le cidre, elle actionne un grugeoir (*fig.* 69 et 70).

5° **Putanges,** chef-lieu de canton (700 habitants), emploie, depuis 1901, une chute de la rivière de l'Orne, répartie autrefois entre trois moulins, et qui alimente 20 lampes pour l'éclairage des rues et 400 lampes privées (Voir encore ce qui a précédé au chapitre II). Installation datant de 1901.

6° **Rémalard,** chef-lieu de canton (1.500 habitants), arrosé par l'Huisne dont une chute fournit la lumière à 1.500 lampes électriques depuis 1904 seulement. La station centrale est située à 2 kilomètres du bourg; chute de 1^{m},70, débit bien régulier, produisant une tren-

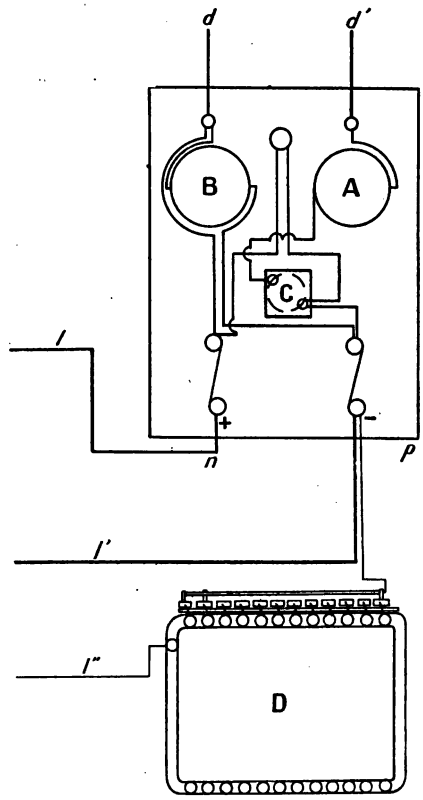


FIG. 68. — Schéma du tableau de contrôle au château des Masselins, à Chandai (Orne).

A, ampèremètre. — B, voltmètre. — C, interrupteur général. — D, rhéostat. — *l*, *l'*, lignes reliant le tableau à la dynamo. — *l''*, ligne reliant le rhéostat à l'excitation de la dynamo. — *d*, *d'*, départ des circuits d'éclairage. — *p*, pôle positif. — *n*, pôle négatif.

taine de chevaux, l'Huisne étant renommée pour ses eaux claires, fraîches et constantes, dans lesquelles se plaisent les truites, qualité dont les papeteries subsistantes témoignent encore. Les trois étages du Moulin-Neuf, usine hydro-électrique de Rémalard, ont subi de curieuses transformations : en bas, la transmission aux deux dynamos couplées sur le même arbre; au premier, le tableau de contrôle, très surpris sans doute d'avoir en face de lui les deux paires

Fig. 69. — Sciage par la turbine, du bois de cuisine et de chauffage [les Masselins, à Chandai (Orne)].

Fig. 70 — Meule à aiguiser, actionnée par la turbine [les Masselins, à Chandai (Orne)].

de meules qu'on ne s'est pas donné la peine de descendre ; au-dessus, une des plus belles batteries d'accumulateurs que j'aie jamais vue (276 bacs, puisqu'elle doit monter à 500 volts) ; la distribution est à 3 fils et les lampes à 250 volts. Bien que ce moulin soit situé sur la rive droite, la rive gauche, étant longée d'une belle route toute droite, était préférable pour planter les poteaux, et la ligne n'était pas gênée pour passer la rivière.

Juste en face, la ligne rencontrait une grosse ferme, appelée ferme *Reil*, et commençait par lui céder 15 lampes et un moteur électrique de 2 chevaux pour actionner un aplatisseur d'avoine et le grugeoir à pommes à l'époque du cidre. On se rendra trop bien compte du grand avantage qui résulte de la profusion d'éclairage et de force dans toute exploitation agricole, pour que j'insiste, et ce n'est pas sans fierté que le fermier mettait instantanément le moteur en marche devant moi et allumait les lampes. Après avoir gagné Rémalard, la ligne aérienne dépasse même de 2 kilomètres cette ville dans la direction de Dorceau pour gagner encore une grande ferme, qui dispose de 35 lampes et d'un moteur. En plus des usages précédents, l'électricité met en mouvement un appareil pour nettoyer le grain et une pompe pour élever l'eau, car à la *Ferme Neuve* les besoins d'eau sont d'autant plus grands qu'on fait de l'élevage de chevaux. Un détail qui a son importance pour permettre de rapporter de bons témoignages photographiques de Rémalard, l'hôtel (je ne le nomme pas !) a un cabinet noir pourvu... d'une lampe électrique. Est-ce assez moderne !

7° **Boucé,** gros bourg de 900 habitants, à 12 kilomètres d'Argentan, possède une scierie mue par l'eau de la rivière la Cance et s'éclaire électriquement depuis 1904.

Lors de ma visite, l'exploitant voulait bien m'apprendre qu'il avait existé là, il y a quelque quarante-cinq ans, d'*anciennes forges ;* depuis cette époque, de gros arbres avaient poussé un peu partout, et il n'y restait plus trace de l'ancien barrage ; toutefois, un canal d'écoulement souterrain avait résisté à l'action destructive du temps. La chute était bonne, $4^{m},25$, et surtout à l'amont, un grand étang de près de 2 hectares emmagasinait une certaine quantité d'eau, de telle sorte que la marche ou l'arrêt des petits moulins de la haute vallée subsistants, au nombre de 4 sur 8, restait sans grande influence. Je

commençais à comprendre comment le faible débit de la Cance, presque un ruisseau, que j'avais vu, lors d'une excursion antérieure, contourner les gares ou dépôts de pierres d'un chemin, avait pu cependant permettre une installation hydro-électrique. C'était une véritable résurrection hydraulique ! Une roue fut d'abord établie, il y a quatre ans, pour la scierie, et cette roue est si curieusement enfouie qu'on n'en aperçoit que le sommet ; puis elle fut renforcée par une turbine bien plus puissante quand on songea à l'électricité. On se sert actuellement de l'une ou de l'autre selon les débits de la rivière et selon les besoins d'éclairage (la roue en été, la turbine plus gloutonne en hiver).

Comme partout, on a rencontré le meilleur vouloir des habitants pour permettre d'attacher les fils de cuivre qui sont supportés presque uniquement le long des maisons ou sur le faîte des toits. Depuis le début, bien que tout récent, le nombre des lampes avait déjà sensiblement augmenté, et lors de ma visite en 1905 l'on installait devant moi une nouvelle lampe au fond d'un jardin dans un vide-bouteille ; quel luxe ! J'allais avoir une plus forte surprise : un moteur fonctionnait depuis peu. Un des boulangers de l'endroit, converti au progrès du transport d'énergie, avait établi un pétrin mécanique et l'actionnait par une dynamo, très drôlement placée... dans une chambre au-dessus, pour donner assez de longueur à la courroie de transmission ; une sonnerie électrique lui permet de demander le courant dans la journée, et on lui en envoie de 300 mètres de distance sans arrêter la scierie. La lampe la plus éloignée de l'usine est à 600 mètres ; il n'y a pas de compteurs ; les lampes, à 110 volts, sont toutes à forfait par période de trois années.

Tout cela est simple et fonctionne à la satisfaction générale ; c'est donc un bon témoignage de plus de la souplesse et de la sûreté de l'électricité.

8° **Torchamp,** non loin de Domfront ; encore une installation hydro-électrique toute récente, 1904. Cette installation comporte un transport de force sur une longueur de 320 mètres, depuis le barrage établi sur la Varenne jusqu'au château de Torchamp. Sur son parcours, la conduite actionne des scieries (15 chevaux), des batteuses (9 chevaux), un appareil frigorifique (8 chevaux), un moulin agricole (12 chevaux), et alimente de nombreuses lampes

électriques à 110 volts. Cette intéressante entreprise a reçu l'appui du Gouvernement sous forme d'une subvention.

9° **Moulins-la-Marche.** — Les progrès de l'hydro-électricité deviennent si rapides dans le département que j'ai du mal à les

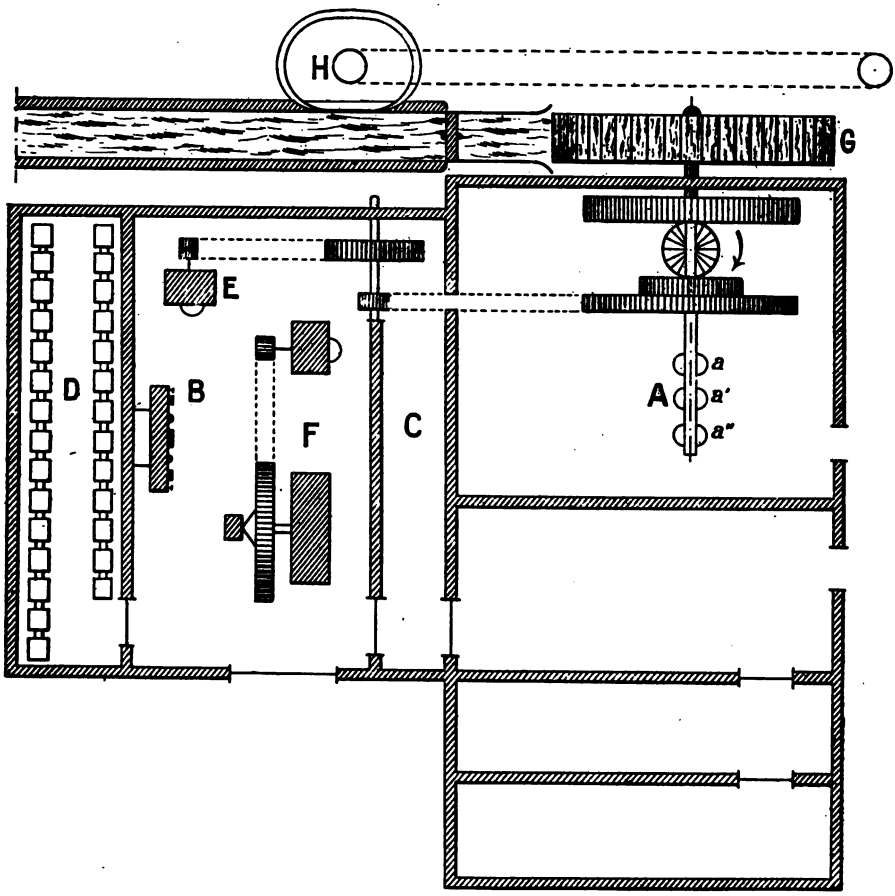


FIG. 71. — Plan du moulin à tan et usine électrique de Moulins-la-Marche (Orne).

A, moulin à tan. — B, nouvelle usine électrique. — C, couloir d'isolement, à cause des poussières du tan. — D, salle des accumulateurs. — E, dynamo. — F, groupe électrogène de secours à pétrole (moteur et dynamo). — G, roue. — H, déversoir et canal de fuite. — *a*, *a'*, *a''*, pilons à tan.

suivre; le chapitre de l'Orne était au complet, il a fallu le rouvrir pour ce chef-lieu de canton. Nous nous trouvons ici en présence du désir très accentué d'une municipalité vers ce progrès; les pourparlers avec le concessionnaire commencèrent en juillet 1905,

les travaux le 15 octobre, et la mise en marche date du mois de décembre dernier.

L'usine électrique est établie à 1.800 mètres du centre de cette petite ville de 1.022 habitants, située, comme Domfront et Mortagne, sur une butte élevée; ce n'était pas un obstacle à l'escalade des poteaux de la ligne électrique. Appelé *Moulin-de-Sarthe*, et le tout premier après la source de cette rivière, cet établissement se consacrait de temps à autre à piler du tan, et il n'y a pas renoncé, puisque, trois fois par semaine, on a recours, dans ce but, à l'ancienne roue qui sert aussi de moteur hydraulique pour entraîner la dynamo au moment de l'éclairage ou, le jour, pour charger les accumulateurs. La chute de $4^{m},80$, donnant pratiquement 7 chevaux, ne pouvait suffire en toute saison et a été secondée par un moteur à essence de 12 chevaux. L'éclairage (à 220 volts) comporte 30 lampes publiques et 500 lampes souscrites par 83 abonnés.

La carte de l'Orne qui suit est la plus ancienne en date, 1902; elle a dû être remise à jour au point de vue des installations électriques qui, dans l'intervalle des quatre années écoulées de 1902 à maintenant, sont passées de 3 à 9. Toutefois la comparaison entre les usines d'industries diverses en activité et celles fermées est restée celle entre 1880 et 1900, seuls états permettant cette comparaison dans l'Orne. Ce n'est donc qu'après les résultats donnés par le futur recensement de 1906 que des modifications utiles à ce point de vue pourraient être entreprises sur la carte de l'Orne, comme sur celle des départements qui vont suivre.

II. — LES RESSOURCES HYDRAULIQUES DISPONIBLES

La force moyenne totale utilisable des usines hydrauliques du département de l'Orne peut se chiffrer par 10.200 chevaux. Ce chiffre est celui qu'auraient pu utiliser le maximum d'usines ayant existé, et ne comprend pas, par suite, les portions des rivières susceptibles de nouveaux aménagements. Ceci est dit également une fois pour toutes pour les départements qui vont suivre. Toutefois il y a lieu de faire remarquer que, dans cette partie de la France riche et

peuplée, on avait déjà tiré parti de toutes les ressources disponibles ou méritant de l'être avantageusement.

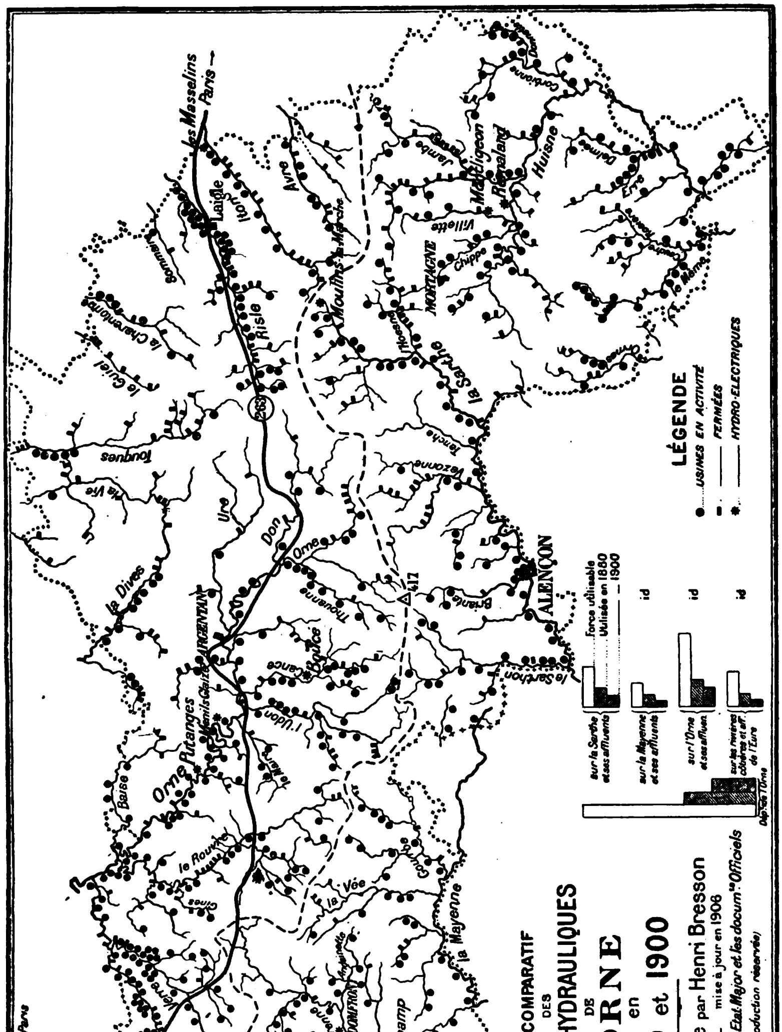


Fig. 72.

Mais, entre ce chiffre de 10.200 chevaux et celui utilisé réellement, à diverses époques, nous allons trouver de bien fortes diffé-

rences; ainsi, en 1900, on n'utilisait guère plus de 2.460 chevaux, et antérieurement, en 1880, 3.480 chevaux, soit une diminution de 1.000 chevaux environ pour vingt années. Si nous recherchons le motif qui a pu provoquer le chômage de ces usines, dont la grande majorité étaient des moulins à blé, nous en trouvons une explication vraisemblable dans le fait de la concurrence des minoteries importantes qui, en substituant le cylindre à la meule et employant de nombreuses machines pour le nettoyage, le triage, le classement des produits, sont devenus de véritables usines exigeant des forces motrices considérables, pour lesquelles la production de la vapeur par le charbon est souvent indispensable.

Cette remarque pourrait être répétée *sept fois* dans les départements suivants, mais *sept fois* aussi nous allons constater un fait tout nouveau et voir des dynamos venir prendre près d'un moteur hydraulique la place des anciennes meules, et ceci aussi bien au sud qu'au nord, à l'est qu'à l'ouest de l'Orne!

Avant de passer à l'énumération des emplois divers de ces usines hydrauliques, n'oublions pas de dire qu'il est toujours impossible d'arriver absolument à l'emploi complet de la force utilisable, mais on peut en approcher davantage, comme il a été dit au chapitre VIII, en gagnant sur le rendement des moteurs hydrauliques, en ajoutant même des moteurs de secours au charbon ou autres, qui chôment dans les périodes des débits suffisants, ou enfin en faisant de l'éclairage électrique, comme il vient de l'être expliqué [industrie favorisée par la houille verte (Voir chap. I)]. Aux dates précitées, l'utilisation des usines hydrauliques de l'Orne se répartit comme suit :

	1880	1900
Moulins à blé	630	342
Industries textiles	49	24
Papeteries	7	5
Scieries de bois	20	18
Moulins à tan	20	6
Traitement des métaux	43	32
Divers	10	27
TOTAUX	779	454

Notons au passage qu'en 1900 une trentaine de ces usines ont déjà des dynamos pour leur éclairage particulier, qu'elles aient ou non des moteurs de secours au charbon, et le nombre en va sans cesse en augmentant. La raison a à peine besoin d'en être donnée : substituer par la manœuvre d'un simple interrupteur, dans des ateliers toujours resserrés et encombrés, une clarté équivalente à celle du jour et sans danger. Cet éclairage est même de première nécessité dans les filatures et autres industries analogues ; en outre, tous ces établissements seront mieux armés pour continuer un bon travail après le coucher du soleil et tenir avantageusement leur place dans la lutte économique.

Bien que le chapitre IV ait été tout spécialement affecté à donner pour l'ensemble des 8 départements quelques éléments de géographie hydrographique nécessaires pour la compréhension des faits naturels dont nous venons de présenter les résultats pour l'Orne, certaines remarques, plus liées en quelque sorte aux motifs qui ont déterminé tel ou tel emploi des forces hydrauliques, sont nécessaires ici, ainsi que dans les départements suivants, et s'expliqueront mieux avec notre carte (*fig.* 72) sous les yeux.

On remarque tout d'abord que ce département est traversé de l'est à l'ouest par la ligne de faîte séparant le bassin de la Loire et, par conséquent, l'Atlantique de celui de la Seine, tributaire de la Manche (on la voit sur la carte représentée par — — — —).

Sur un versant comme sur l'autre, aucun des cours d'eau de l'Orne n'est navigable ni flottable ; tous ont même des barrages encore au-delà de la limite du département. On peut donc se les représenter comme autant d'escaliers dont toutes les marches seraient occupées par un moulin ou une usine, et cela depuis les temps les plus reculés.

Tandis que le versant sud s'incline en pentes relativement douces et fertiles, celui du nord tombe brusquement ; les chutes aménagées y sont meilleures, et l'on remarque sur la Verre, près de Tinchebray, la chute la plus élevée du département, 12 mètres, produisant 77 chevaux utilisables ; la plus faible, au contraire, se trouve sur la Calabrière, petit affluent du Même, ne dépassant pas *un cinquième* de cheval, où il existait cependant un petit moulin à blé.

L'exposition favorable du versant sud devait y développer la culture des céréales, et la presque totalité des moulins est consacrée à

une clientèle agricole ; les vallées y sont larges et les établissements forcément plus espacés, ces rivières offrant moins de pente ; l'autre versant, celui du nord, présente un contraste absolu avec le premier ; les vallées y sont plus étroites, souvent de nature rocheuse ; les chutes aménagées plus rapprochées se sont adonnées à l'industrie : les filatures, tréfileries, clouteries, fabriques d'épingles y abondent depuis longtemps et semblent avoir mieux résisté que les moulins à blé au mouvement qui tendait à faire délaisser les forces hydrauliques.

Mais on m'objectera peut-être : « Êtes-vous bien sûr de ces chiffres ? Connaissez-vous seulement cette multitude de moulins ? » Certes je les ai eus sous les yeux, du plus petit au plus grand ; j'ai visité beaucoup de ces usines hydrauliques, enfin presque tous encore figurent sur la carte dite de l'Intérieur à l'échelle de 1/100 000e, et j'ai toujours pris soin d'établir mes comparaisons, sur ces cartes, avant d'en produire la carte muette que l'on a vue.

Je vais, du reste, ici même donner une preuve certaine de mon étude détaillée de ces nombreux moulins : le *Grand Moulin* ou le *Petit Moulin*, très fréquents, n'ont pas demandé à leur parrain un grand effort d'imagination ; on trouve même le *Moulin du Moulinet !* Les *Moulins-Neufs* ne leur cèdent pas en nombre, exemple de la fatuité humaine (j'en compte 15 sur ma carte) ; mais il est à craindre qu'ils ne justifient plus tous, à l'heure actuelle, leur significatif surnom, ni le *Moulin de l'Orgueil.* Quand ils sont seulement deux sur une petite rivière, *Moulin du Bas* et *Moulin du Haut* s'expliquent facilement, mais que viennent faire ici le *Moulin de la Demoisellerie* ou celui de *la Rosière ?* La litanie des saints y est trop nombreuse pour l'entamer. La botanique nous donne des *Pommiers*, des *Pins*, des *Tilleuls ;* on y trouve le *Chêne*, le *Chêne-Sec* et le *Chêne-aux-Fées.* La *Foulerie* pour la farine, la *Forge* et la *Fonte* se comprennent aisément, et les nombreux *Moulins à Tan* confirment encore l'importance des forêts, même lorsqu'ils ont à présent d'autre besogne. Heureusement qu'il n'y a qu'un seul *Moulin de la Folle-Entreprise !* Si le plus long s'appelle le *Moulin de la Chapelle-des-Tourailles*, le plus court est incontestablement le *Moulin d'O.*

CHAPITRE XIV

LA HOUILLE VERTE DANS L'EURE-ET-LOIR

I. — LES EXEMPLES HYDRO-ÉLECTRIQUES

Configuration du sol bien peu favorable aux usines hydrauliques ; il suffit d'un coup d'œil sur la carte pour s'en rendre compte. Nous commençons donc par les départements les plus ingrats de cette région, mais la suite nous ménage des surprises ; cependant nous relevons encore dans ce département quelques exemples intéressants :

1° Dans la commune de **Saussay,** à 20 kilomètres de Dreux, l'utilisation du moulin dit de Saussay, sur l'Eure, à la production de l'électricité, remonte à 1898. L'usine, qui compte une moyenne de 70 chevaux utilisables et se consacrait à la tréfilerie des métaux fins, ainsi qu'à l'*électrolyse*, c'est-à-dire au dépôt de l'or, de l'argent, etc., sur d'autres métaux par le moyen du courant électrique, venait en 1903 de passer des mains d'une grande maison de banque qui s'adonne plus particulièrement au commerce de ces matières précieuses, entre celles d'un industriel, qui espérait, par des transports d'énergie joints à l'éclairage électrique, ressusciter l'ancien atelier familial dans lequel l'artisan continue son travail, quand le jour a cessé, au milieu et aidé des siens. Ce projet a parfaitement été réalisé ; nous le retrouvons au chapitre xx, puisque toute l'énergie produite est employée dans le département de l'Eure, bien que l'usine soit située dans celui d'Eure-et-Loir.

2° Un peu en amont, également sur l'Eure, la force de l'ancien moulin de **Sorel** est transportée par l'électricité à une distance de

1.200 mètres, à l'usine de *Saint-Roch*, la première en aval, et ces deux forces ainsi réunies continuent l'industrie du papier. L'éclairage des ateliers est assuré du même coup. Cette installation date de 1893; ce transport est à 500 volts.

3° Au Sud du département, à l'embouchure de l'Aigre, dernier affluent du Loir avant sa sortie du département, le propriétaire du château de **Bouche-d'Aigre** a établi depuis 1897, avec un moulin de 13 chevaux, qui était cependant porté comme détruit

Cliché Foucault, à Dreux.

FIG. 73. — Usine de Sorel, transport d'énergie électrique à la papeterie, en aval de Moussel, sur l'Avre (Eure-et-Loir).

sur les états statistiques de 1885, l'éclairage électrique de sa propriété, à 110 volts, n'ayant recours qu'à la puissance de la chute, qui n'est cependant que de $1^{m},20$; il a complété son installation par un poste d'accumulateurs qui lui rend à tout instant des services domestiques fort appréciables; qu'il s'agisse de chauffer de l'eau dans un cabinet de toilette ou même un fer à repasser, le courant électrique emmagasiné s'en acquitte à bref délai. Il chargerait aussi facilement la batterie d'une voiture électromobile. Il ne serait guère plus embarrassé quelques instants après pour produire de la glace artificielle qui, depuis les progrès des applications industrielles, ne nécessite aucune autre dépense que celle de la force motrice.

Mais depuis la confection de la carte, dressée en 1903, il y a lieu d'ajouter les installations échappées au dernier recensement :

4° Le château de **Marmousse,** à quelques kilomètres de Dreux, dispose depuis 1903, grâce à une turbine sous une chute de 1^{m},50 sur la Blaise, de 175 lampes à 110 volts pour lesquelles la présence d'accumulateurs est d'une nécessité absolue, puisque des règlements draconiens empêchent tout usage de l'eau autre que celui des irrigations pour un temps durant lequel on ne peut se priver d'éclairage. Ce fait ne se produit que dans les vallées très productrices de foin.

5° Le château de **Memillon,** non loin de celui de Bouche-d'Aigre, précédemment cité. Remarquons encore un effet de la contagion, si l'on peut dire, qui sera fréquent. Ici, l'électricité, outre les 120 lampes à 160 volts, actionne deux moteurs agricoles, et ce depuis 1901 ; on a roue, turbine et, en plus des accumulateurs, un moteur de secours.

6° Dans la commune de Saint-Lubin-des-Joncherets, près Nonancourt, l'exemple donné par la réunion de chutes, grâce à l'électricité, dans les papeteries ci-dessus (p. 149), a été suivi dans la tannerie dite de **Vriseuil,** et c'est une simple roue, donnant 12 chevaux, qui actionne une dynamo. Celle-ci transmet l'énergie à une réceptrice, à 800 mètres de distance, sous la tension de 250 volts; bien que cette installation remonte à 1897 (à rapprocher de la date de 1893 desdites papeteries), on ne semble pas avoir encore songé à utiliser l'électricité pour l'éclairage.

Qu'on me passe encore un détail sur une question hydraulique ; il y avait, sur un des biefs importants de la rivière d'Eure, trois usines employant l'eau d'une même retenue, non compris les douves du célèbre château d'Anet, résidence de la non moins célèbre Diane de Poitiers. Chacun de ces trois usiniers faisait marcher ses chevaux hydrauliques à *hue* et à *dia;* les douves dudit château, qui ne recevaient l'eau que par un trop-plein, s'envasaient, inconvénient aussi désagréable à l'œil qu'insalubre. D'où, procès continuels entre les intéressés. Un expert consciencieux vint et tint aux plaideurs ce langage digne du bon La Fontaine : « Gardez donc l'huître pour... vous; je vais vous mettre d'accord par l'électricité ! » Sa parole fut réa-

lisée ; il fit établir un *régulateur électrique* (*fig.* 74) manœuvrant auto-

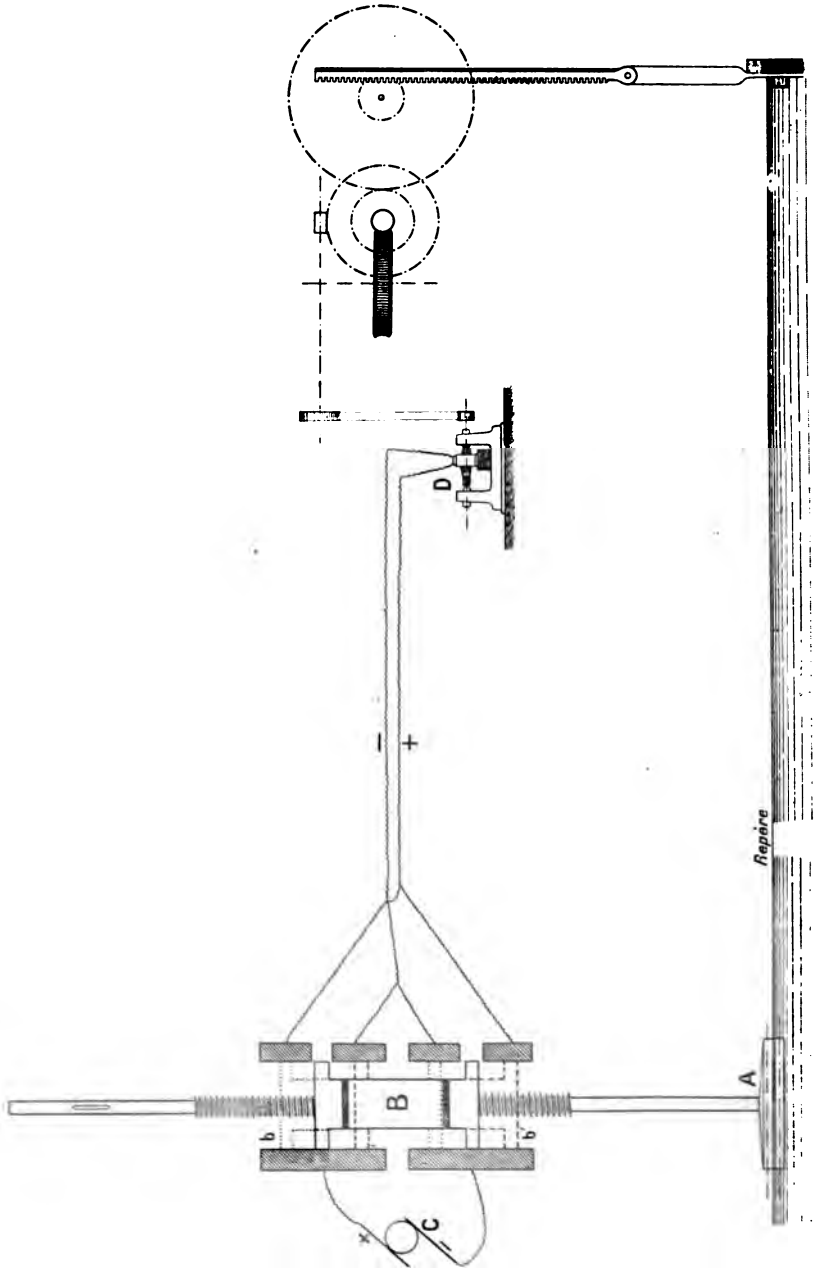


FIG. 74. — Régulateur électrique du château d'Anet et de trois copartageants (Eure-et-Loir).

A, flotteur. — B, pièce établissant les contacts. — C, dynamo génératrice. — D, dynamo réceptrice. — *b*, position du contact provoquant l'ouverture *b'*, position provoquant la fermeture.

matiquement, pour les trois usines, l'ouverture des trois vannes

d'admission des moteurs : roues et turbines. C'est ensuite aux exploitants, fort équitablement partagés, à utiliser au mieux la force dont ils disposent. Ainsi tout le monde est d'accord ; voici donc l'électricité passée à l'état d'arbitre infaillible.

Pour faire saisir le schéma (*fig.* 74), je puis ajouter que l'appareil repose sur la combinaison suivante : un flotteur est surmonté d'une tige ; celle-ci porte une pièce B avec deux contacts qui, suivant sa position par rapport aux plots de droite et de gauche, envoie le courant d'une dynamo d'un des établissements, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, à une petite dynamo réceptrice représentée à droite (D). Toutefois, le mouvement ascensionnel ou descendant des contacts qui a été produit par la vis sans fin de la tige du flotteur, cesse assez rapidement, et la pièce B revient à la position *neutre*, ne laisse passer aucun courant et, par conséquent, est toujours prête à recommencer. L'action du courant sur la petite réceptrice (D) a naturellement eu pour effet de la mettre en mouvement, soit dans un sens, soit dans l'autre, ce qui provoque, grâce à une transmission par courroie et engrenages, la fermeture ou l'ouverture des vannes approvisionnant d'eau les moteurs hydrauliques des trois usines. Le tout fonctionne à la satisfaction générale depuis six ans.

II. — LES RESSOURCES HYDRAULIQUES DISPONIBLES

La force moyenne totale utilisable des usines hydrauliques de ce département peut être évaluée à 4.160 chevaux ; voici un tableau donnant une idée exacte de leur utilisation :

	1885	1900
Moulins à blé	405	287
Industries textiles	8	4
Papeteries	4	1
Scieries de bois	7	4
Moulins à tan	10	5
Traitement des métaux	7	3
Divers	24	78
TOTAUX	465	382

On voit par là que d'une date à l'autre le nombre des industries diverses s'est accru, compensant quelque peu la diminution con-

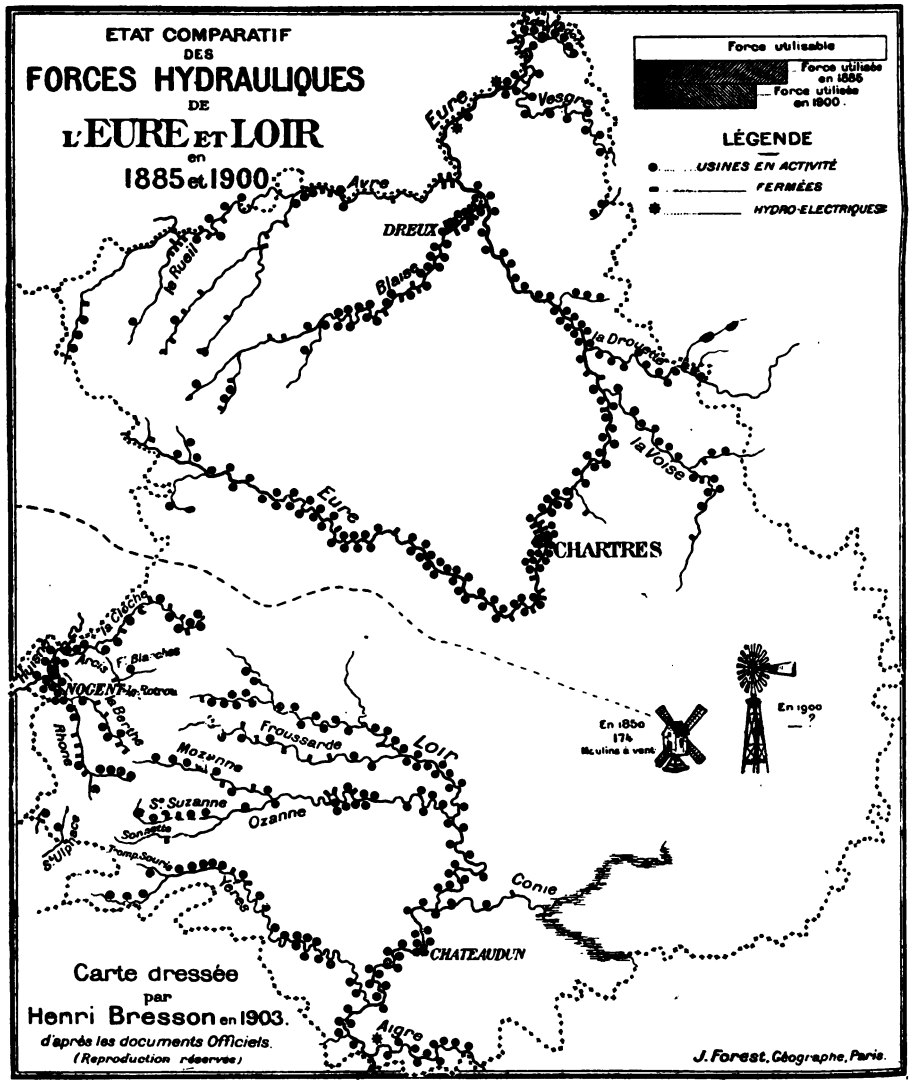


Fig. 75.

sidérable de 118 moulins à blé, et ce, pour les mêmes raisons que dans l'Orne. Parmi ces nouvelles industries, quelques-unes sont si curieuses et inattendues qu'elles méritent d'être citées. Telles sont :

1 imprimerie lithographique, 1 tréfilerie-bijouterie, 1 atelier de confections pour dames et 1 fabrique d'une liqueur très connue à Paris. Voilà certes de bien curieux emplois de la houille verte, et, comme ce sont des industries très modernes, elles n'ont pas manqué de s'éclairer à l'électricité et d'employer, dans ce but, leur force hydraulique.

A ces deux époques de 1880 et 1900, les puissances effectivement demandées aux chutes d'eau étaient respectivement de 2.400 et

Cliché Foucault, Dreux.

FIG. 76. — Le moulin de Bourray (minoterie) sur l'Eure, commune de Villiers-le-Morhier, chute de 2m,36 et 1.200 litres par seconde (Eure-et-Loir).

1.930 chevaux; en rapprochant ces nombres des chiffres de la moyenne utilisable, on constate des différences de 1.760 et 2.230 chevaux, soit à cette dernière date une diminution de 470 chevaux.

Signalons la division apparente entre les deux bassins de la Seine et de la Loire, par la ligne de partage des eaux issue du massif accidenté de l'Orne, et venant se perdre dans les plaines de la Beauce. A-t-on renoncé, malgré le peu de chute d'eau, à avoir recours à des forces naturelles au profit de la houille noire? La réponse est donnée par la carte (*fig.* 75) : la première des statistiques industrielles de la France, dont il a été question au chapitre x, celle élaborée en 1850, nous apprend qu'il existait alors

174 moulins à vent, dont un actionnant même une briqueterie et une poterie réunies. Les grandes étendues de plaines de la Beauce permettent au vent des vitesses qui atteignent 22 kilomètres à l'heure et encore ne s'appelle-t-il alors que : *bon frais !* Le charbon, mieux que *Don Quichotte* sans doute, leur a porté un coup mortel. Cependant j'en ai encore vu récemment beaucoup en activité, mais à l'époque de la poutrelle d'acier et de béton armé que nous traversons, les anciens et lourds moulins se sont transformés en légères

Cliché Foucault, Dreux.

Fig. 77. — La minoterie du Moulin-du-Roi, à Nogent-le-Roi, sur l'Eure ; chute de 0m,85 et 984 litres par seconde (Eure-et-Loir).

et rapides *éoliennes* (ces turbines de l'air) perchées tout en haut de leur échafaudage. Le dernier recensement, je l'ai déjà fait observer, est muet à cet égard.

Revenons à nos moulins à eau et, pour changer cette fois-ci, voyons comment on a su baptiser ici les cours d'eaux. L'étymologie de ces noms sera sans doute mal aisée à retrouver; en tout cas, il ne faudrait pas chercher celle du Loir, parmi les noms des rongeurs, car il n'a pas, vu le bon nombre d'usines portées sur la carte, la paresse proverbiale de son patron. Un de ses affluents était tout désigné : le *Trompe-Souris !* Non loin est la *Sonnette*, et ce nom charmant ne semble-t-il pas éveiller l'écho du frais tintement

de son cours parmi les graviers? La *Cloche* sera en effet plus importante, mais je crains que le *Rhône*, dans cette contrée, ne soit un peu déplacé, en comparaison de son puissant rival du Midi de la France. La rivière des *Fontaines-Blanches* est, au contraire, un nom tout à fait de circonstance. Toujours bon nombre de saints et de saintes, dont le plus inattendu est le *Saint-Ulphace!*

CHAPITRE XV

LA HOUILLE VERTE DANS LA SARTHE

I. — LES EXEMPLES HYDRO-ÉLECTRIQUES

Ces exemples vont déjà devenir ici plus nombreux et plus intéressants que dans les départements précédents ; ils diffèrent encore de ceux du département précédent par deux côtés : au lieu de propriétés particulières, ce sont des chefs-lieux de canton ou des communes qui utilisent l'énergie hydraulique pour l'éclairage et même pour de petits moteurs industriels ou agricoles ; puis, deuxième différence, ces exemples sont presque uniquement sur les rivières navigables avec lesquelles nous allons faire connaissance.

1° **Le Lude,** chef-lieu de canton de 3.700 habitants, offre un exemple, des plus intéressants à citer, du développement pris par l'électricité produite par une puissante rivière. Cet établissement, datant déjà de dix ans, emploie sur le Loir (partie navigable, mais peu naviguée depuis vingt-cinq ans) une force hydraulique située à 2 kilomètres environ du lieu d'utilisation ; c'est précisément une de ces chutes voisines des écluses dont j'ai signalé les grands avantages (chap. VII). Nous relevons, pour l'éclairage municipal des rues 86 lampes de 16 bougies, puis environ 1.500 lampes chez les abonnés ; mais ce qui retiendra surtout notre attention, c'est l'emploi de jour de l'hydro-électricité pour la force motrice, fait inattendu dans une région de la France, considérée comme peu propre aux transports d'énergie.

Cette entreprise avait eu des débuts pénibles. Vers 1893, la chute utilisée par un matériel électrique peu approprié au but recherché ne servait en quelque sorte que de secours à l'usine à vapeur installée tout d'abord. Par le remplacement de ses dynamos et l'amélioration du système de distribution aérienne, le directeur actuel est parvenu à réaliser une importante économie de charbon, combustible nécessaire à toute utilisation sérieuse. Cette augmentation de rendement lui a permis d'actionner, au Lude même et dans un

Fig. 78. — Intérieur de l'usine hydro-électrique du Lude (Sarthe).

périmètre ne dépassant pas 2 kilomètres, 32 *moteurs électriques*, recevant le mouvement de l'usine génératrice par des fils rigides cependant. Commençons notre description par une visite à l'usine génératrice, l'ancien moulin de *Malidor*.

Puisque le but principal de cet ouvrage est de faire connaître, de vulgariser en un mot, toutes les nouveautés que nous trouverons sur notre chemin seront bonnes à enregistrer. Or, si nous avons déjà vu des distributions à 3 fils, à Domfront et à Rémalard, dans l'Orne, nous allons faire connaissance ici avec un perfectionnement très ingénieux introduit dans ce mode de distribution, et ce, grâce à des *égalisatrices*, c'est-à-dire une disposition permettant de main-

tenir un voltage constant sur chacun des deux circuits, conséquence obligée de toute distribution à 3 fils. On sait, en effet, que lorsqu'on éteint ou allume des lampes ou groupes de lampes, sur un des circuits, on provoque entre les deux circuits une inégalité à laquelle il n'est possible de remédier que grâce au secours des rhéostats et par conséquent avec une perte d'énergie. Autrement on grille les lampes sur un des circuits; ou bien, en réglant la marche du circuit primaire sur le circuit secondaire qui a le moins de lampes, l'autre gardant un plus grand nombre de lampes allumées, on n'a plus en partage que de la triste lumière *jaune*, ce qu'il faut savoir éviter.

On peut comparer ce qui précède à ce qui se produit quand une seconde personne s'approvisionne d'eau dans une maison sur une conduite : la première s'en aperçoit aussitôt, car le robinet fournit moins; pression hydraulique et tension électrique sont ici sensiblement faits analogues, bien que la seconde expression soit plus difficile à saisir quand on n'est pas habitué à l'usage de l'électricité.

De toutes façons c'est mécontenter les clients. Bien souvent, en province, le concessionnaire fournit les lampes et les remplace avant leur usure, très préjudiciable à la bonne lumière; cependant cet avantage ne suffit pas pour remédier à la baisse du voltage; toutes ces petites questions présentent un intérêt sérieux, créant à l'éclairage électrique des amis ou des ennemis, je l'ai déjà dit chapitre IX, et je ne crains pas de le répéter.

Or, qui va nous rendre cet excellent service de répartir également le courant primaire entre les deux circuits et de le maintenir invariable? Encore et toujours l'ingénieuse dynamo! Ici le courant initial venant de 2 kilomètres, le transport peut se faire tout de même, grâce à 2 fils seulement, et c'est déjà un avantage. Dès son arrivée au centre du Lude, les 220 volts vont traverser deux dynamos, dont les axes sont couplés (*fig.* 79), et celles-ci distribueront du 110 volts par une distribution à 3 fils. Ce n'est, après tout, qu'une transformation par rotation (si vous le préférez, une dynamo réceptrice à un voltage donné en entraînant une autre d'un voltage différent); mais la conséquence de la liaison des axes va être intéressante. En effet, admettons que l'on éteigne une assez forte proportion de lampes sur le circuit de la dynamo de droite, le voltage monte inévitablement sur ce circuit, mais la dynamo elle-même se met à tourner plus vite, et par conséquent entraîne, pousse pour ainsi

dire sa voisine; de ce fait, elles restent donc toujours d'accord, distribuant sur les deux circuits un voltage égal. C'est alors à l'usine principale, qui ne peut agir que sur l'ensemble des deux circuits, à régler sa marche, et elle ne manque pas de modifier la force électro-motrice. L'inverse reste vrai, pour la dynamo de gauche, soit qu'on éteigne, soit qu'on allume des lampes.

Ce ne sont pas des forces insignifiantes que celle des 32 moteurs signalés précédemment, puisqu'une scierie emploie un moteur de 18 chevaux à débiter du bois en grume, avec une scie à ruban, et un autre de 12 chevaux pour une scie circulaire, sans oublier une affûteuse de scie automatique; bien des locomobiles en usage dans cette industrie sont loin d'atteindre le total des 30 chevaux de la scierie. Puis viennent un menuisier avec 2 moteurs de 7 et 4 chevaux, 2 mécaniciens, 1 charron, 1 tourneur en bois, 1 coutelier, 2 huiliers, 1 grainetier (avec élévateur de fourrage automatique), 1 laiterie-beurrerie, 1 grand atelier de confection de vêtements, et jusqu'à 1 fabrique d'eau gazeuse, fonctionnant par l'*eau*.

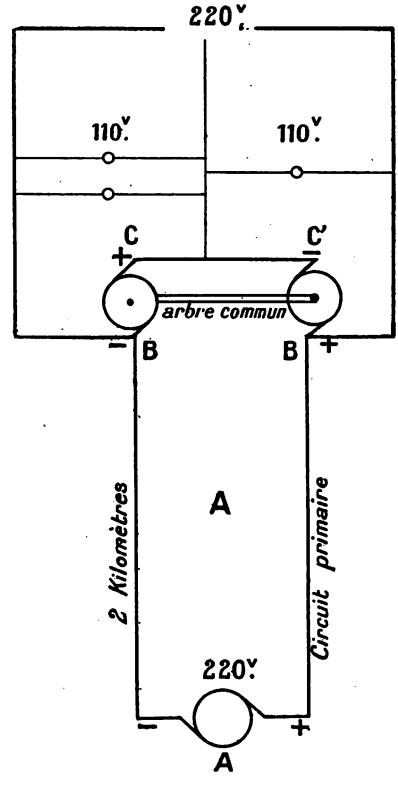


FIG. 79. — Distribution à 3 fils par dynamos égalisatrices, au Lude (Sarthe).

A, dynamo à 220 volts et circuit primaire. — B et B', dynamos dites égalisatrices couplées sur un arbre commun. — C et C', circuits secondaires à 110 volts.

L'emploi le plus original des plus petites forces est, outre quelques machines à coudre isolées, un tourne-broche; La Flèche n'est pas loin de là, et les poulardes, comme le homard qui « aime à être cuit vivant », doivent se sentir bien honorées d'être rôties à l'électricité ! Plus nécessaire est l'usage qu'en font les bouchers et charcutiers en été, puisqu'ils évitent, par des ventilateurs et avec avantage pour la conservation des denrées alimentaires, les frais coûteux de

la glace. Les 2 derniers moteurs servent à l'irrigation d'une prairie et à l'entretien d'un parc ; 4 enfin sont en usage pour des pompes chez des particuliers.

L'eau à tous les étages et par l'eau elle-même, en tournant un simple bouton! Voilà une ville « modern style », ou je ne m'y connais pas.

Admettrait-on que ces travaux d'ordre si différent eussent pu être produits par des moteurs séparés au charbon, voire même au pétrole ou à l'alcool? Les frais n'en eussent certainement pas valu... la chandelle ; sans compter qu'en même temps on a mieux que des chandelles pour s'éclairer. Et c'est surtout cette disponibilité continuelle de l'électricité qui en fait le charme et représente aussi une économie de temps non négligeable, par rapport aux autres modes de production d'énergie.

La transformation de l'ancien moulin à tan et à blé en station centrale n'est donc pas trop regrettable.

2° Notez que le directeur de l'usine du Lude n'a pas arrêté là ses applications : il a loué, depuis 1899, pour l'éclairage électrique à 125 volts de **La Chartre-sur-le-Loir** (1.600 habitants) la force motrice hydraulique d'une grande filature, *à partir de sept heures du soir* (heure d'arrêt du travail). Qu'en ferait-il avant la nuit dans les longs jours d'été? Puis, quand la saison l'exigera, il emploiera fort bien le restant de la nuit (ce n'est pas tous les soirs réveillon) à charger des accumulateurs qu'il retrouvera utilement le lendemain, à l'approche de l'obscurité, pour attendre patiemment sept heures et la sortie des ouvriers. A cette saison, il disposera du reste de la force maxima d'hiver, cependant il a aussi une machine à vapeur de secours.

3° Sur le Loir encore, mais navigable, et entre les deux stations précédentes, **Vaas,** chef-lieu de canton de 1.600 habitants, avait fait depuis 1894 l'acquisition d'un ancien moulin à tan et commencé l'éclairage de la localité, des bâtiments communaux ainsi que des particuliers. Aujourd'hui on y compte 150 lampes à 110 volts, dont 110 chez les abonnés; pour satisfaire aux demandes nombreuses, on va renforcer l'installation hydraulique par une machine de secours, sous la forme d'un gazogène de 24 chevaux (usine à gaz

et moteur en miniature), parant également aux inconvénients des basses eaux ou des crues.

4° Sur la Sarthe, nous trouverons la ville de **Sablé** (6.100 habitants) qui jouit, en plus d'une usine à gaz, de l'éclairage hydro-électrique, depuis 1898. C'est un ancien moulin à céréales à proximité d'une écluse, et il est distant de 400 mètres du centre de la ville. Il fut d'abord transformé, en 1895, en usine élévatoire pour le ser-

FIG. 80. — Roue de l'usine hydro-électrique de Vaas, sur le Loir navigable (Sarthe).

vice d'eau, puis en station centrale. Toutefois, l'exploitant ne dispose de la force hydraulique qu'au moment du coucher du soleil. Étant également concessionnaire de l'usine à gaz, par une sage entente avec la municipalité, il a pu utiliser un moteur à gaz établi précédemment pour renforcer l'installation hydraulique. Celui-ci est toujours prêt à venir en aide à la turbine, si son rendement faiblit; mais, si la pénurie d'eau est prévue, un moteur vertical au charbon et à grande vitesse entre à son tour en jeu.

Il y a dans cette entente entre l'eau et le charbon, entre l'électricité et le gaz sous la main habile du directeur de cette usine, un fait à retenir : *toute* l'eau est *toujours* employée. Le résultat de cette

intelligente combinaison se chiffre par 17 lampes à arc et environ 140 lampes à incandescence (à 110 volts) chez les abonnés, car il ne faut pas oublier que le gaz était établi antérieurement à l'électricité. Remarquons encore que la puissance totale du barrage est répartie entre cette usine, une minoterie et un atelier pour scier le marbre.

5° A **Malicorne** (1.500 habitants), également sur la Sarthe, l'ancien moulin à céréales, utilisant 3 roues de 10 chevaux chacune, continue le jour son utilisation agricole, ne se transformant en usine hydro-électrique qu'à l'approche de l'obscurité; ici l'expression hydro-électricité est des plus justes, car la force hydraulique seule suffit; il n'y a ni accumulateurs, ni machine de secours. La distance au centre de la localité est d'environ 500 mètres : on y relève, depuis 1898, 30 lampes à 110 volts pour l'éclairage public et 200 lampes chez les abonnés.

Depuis l'établissement de la carte, établie comme la précédente, en 1903, il y a lieu d'ajouter, sans oublier la remarque faite page 151 :

6° **Connéré,** gros bourg, qui, malgré ses 2.250 habitants, n'a pas le rang de chef-lieu de canton; le chiffre relativement élevé de la population est dû à la présence d'une fabrique importante de bâches, tentes, stores et sacs; grâce à la chute d'un petit affluent de l'Huisne, le Dué, renforcée d'une machine à vapeur de 35 chevaux, on y jouit de 40 lampes dans les rues et de 1.200 lampes particulières à 120 volts. En rentrant chez lui, l'ouvrier retrouve donc l'ampoule électrique qu'il vient de quitter à l'usine. L'établissement de l'électricité date de 1899.

7° L'exemple d'un transport d'énergie réunissant deux chutes voisines dans une seule et même usine, déjà relevé dans Eure-et-Loir, va se reproduire ici sur la Sarthe, au moulin dit des **Calots,** commune de La Ferté-Bernard, mais tout simplement pour une minoterie. La force ainsi transportée à 900 mètres depuis 1900 est d'environ 35 chevaux; le voltage adopté est de 440 volts, et l'on n'a pas songé encore à l'éclairage de bâtiments et dépendances, ce qui ne tardera sans doute pas.

II. — LES RESSOURCES HYDRAULIQUES DISPONIBLES

La puissance moyenne utilisable des usines hydrauliques du département de la Sarthe atteint 13.900 chevaux, dont 5.400 sur les rivières navigables et 8.500 sur les rivières non navigables.

Au point de vue de leur utilisation, le classement par industries n'a pas été fait d'une façon assez précise pour permettre d'établir une comparaison utile entre diverses dates ; nous donnons l'utilisation à la date de 1900 sur les cours d'eau non navigables.

	1900
Moulins à blé	607
Industries textiles	8
Papeteries	7
Scieries de bois	22
Moulins à tan	6
Traitement des métaux	7
Divers	21
TOTAL	678

A cette même époque, 45 industries se partageaient la puissance des 38 barrages éclusés de la Sarthe et du Loir ; 3 seulement étaient alors en chômage. La chute la plus élevée de ces derniers barrages est à la Suze, $1^m,45$, et la plus faible, à l'extrémité aval du Loir, n'atteint que $0^m,42$ donnant cependant 28 chevaux à une minoterie. La force brute des 4 barrages sur lesquels il n'a jamais existé d'usines est évaluée à 650 chevaux. Les deux barrages les plus rapprochés ne sont qu'à 1 kilomètre l'un de l'autre et les deux plus éloignés à 14 kilomètres.

Je regrette que l'échelle restreinte de la carte (*fig.* 81) ne permette d'y faire mieux sentir l'importance des forces hydrauliques de la rivière de la Sarthe, même non navigable, et surtout de l'Huisne : sur la première on constate une succession de 20 usines variant entre 50 et 150 chevaux, et sur la seconde 28 de 70 à 160 chevaux.

Ce département occupe le centre du versant sud du massif montagneux ; la culture, plus avantagée par le climat, l'emporte sur l'industrie proprement dite, et la transformation des anciens moulins à blé en usines électriques ou autres y est lente. On n'y est pas

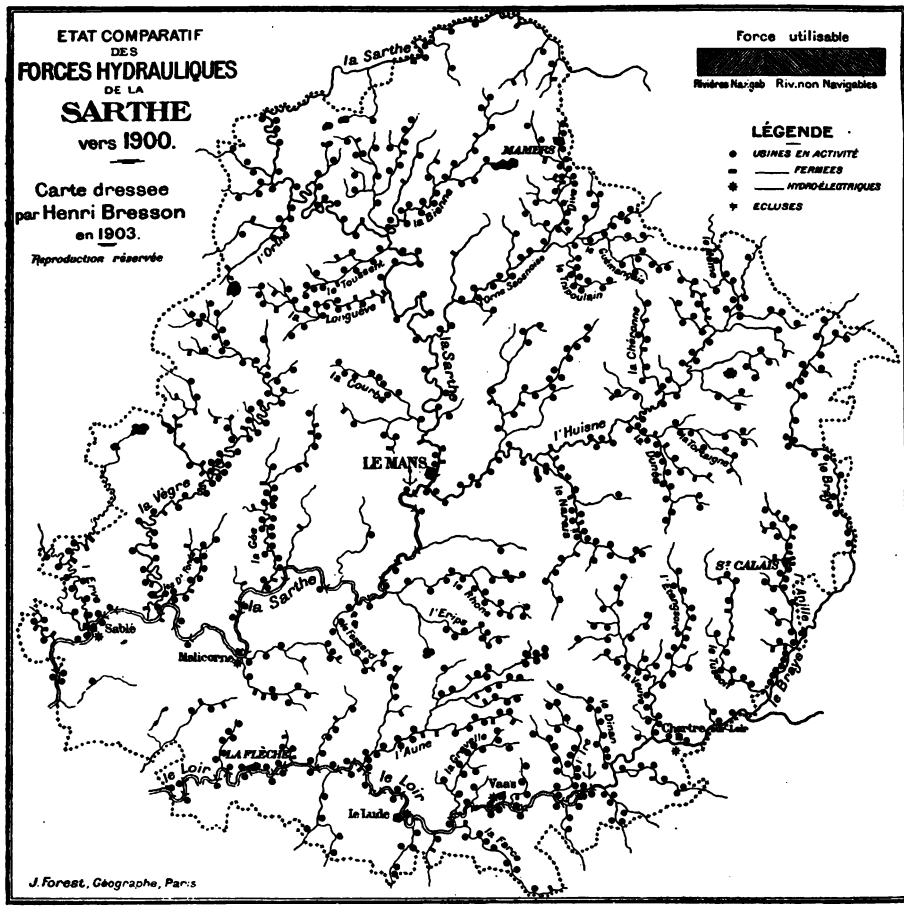


FIG. 81.

hardi comme on le sera dans la Manche : le courant à 500 volts est une limite que l'on redoute déjà ; toutefois, pour ces usagers timides, les exemples précédents prouvent, tout au moins, qu'avec 25 chevaux, secondés par des accumulateurs, on peut avantageusement entreprendre l'éclairage d'une localité d'environ 1.000 habitants, située à 1 kilomètre au plus de l'usine hydraulique, et où le gaz

n'a généralement pas fait son apparition, et y ajouter même les transports d'énergie pour les usages du jour. C'est le développement presque certain d'une nouvelle catégorie de centres de moyenne importance et dans des conditions d'hygiène et de moralité qui tendent à se perdre dans les grandes villes déjà trop chargées de population. Ces centres se mettraient ainsi à l'abri des conséquences d'une grève générale des mines de charbons ou des transports.

Cette timidité, dans une certaine mesure, se manifeste encore par le chiffre le moins élevé dans les usages hydro-électriques des six départements entourant l'Orne, pour les usines qui se sont pourvues d'une dynamo en vue de leur éclairage particulier : 18, c'est fort peu.

J'ai à citer quelques noms de moulins bizarres : appeler *Coupescie* un moulin employé à la production de l'huile paraîtra bien exagéré, mais la rivière de la *Farce* est à côté pour nous renseigner sur cette fantaisie; son voisin le moulin de *Trousseloup* est plus inquiétant. Si j'ai trouvé dans d'autres départements, comme dans celui qui nous occupe, de nombreux *Moulins-Rouges*, je n'avais vu nulle part de *Moulin-Rose ;* doit-il être assez charmant dans sa fraîche parure de feuillage faisant écumer sa houille verte ! Le moulin des *Deux-Ève*s doit remonter à la plus haute antiquité. J'aime encore bien ces fiers noms de moulins : *Prends-son-Droit* et *Main-Ferme*. Parmi les noms d'écluses : le *Ponton* et les *Iles* étaient tout indiqués; *Malidor* sonne bien, et *Malicorne* est curieux ; enfin, la galanterie n'a pas perdu ses droits avec le barrage des *Belles-Ouvrières*.

CHAPITRE XVI

LA HOUILLE VERTE DANS LA MAYENNE

Bien plus que dans la Sarthe encore, le gros tribut des forces hydrauliques est, dans la Mayenne, à imputer aux cours d'eau navigables. Ces forces sont malheureusement jusqu'à présent peu recherchées, sans doute parce que les industriels ou propriétaires voisins des écluses qui seraient aptes à tirer parti de ces richesses les ignorent; une restriction à cet emploi est bien imposée, comme nous l'avons déjà dit au chapitre VII, par les besoins de la navigation; toutefois, actuellement, les disponibilités sont bien supérieures aux besoins éventuels. Ces industriels et ces propriétaires ignorent aussi probablement que dans le département de la Manche, dont nous entreprendrons l'examen chapitre XVIII, on transporte déjà à des 6 et 8 kilomètres de distance des forces qui n'atteignent pas le *dixième* de celles que nous verrons dans le tableau qui suivra; ce tableau contribuera peut-être, par la suite, à l'utilisation des chutes; en tout cas il expose cette situation au grand jour.

I. — LES EXEMPLES HYDRO-ÉLECTRIQUES

Si nous trouvons à peine un exemple important à citer, c'est, tout au moins au point de vue hydro-électrique, le plus remarquable même de la région; il est nécessaire de le faire précéder de quelques notions de physique rajeunie, modernisée.

Pour obtenir de la chaleur, on... chauffe, aurait dit M. de la Palisse, au bois, au charbon, voire même à la tourbe, mais où l'originalité commence, c'est de chauffer avec de l'eau froide et d'ob-

tenir même ainsi des résultats qu'on ne saurait rechercher plus économiquement. Tel est le but de l'*électro-métallurgie*, science née d'hier.

L'électricité était connue des Anciens, puisque Thalès, 700 ans avant Jésus-Christ, entrevit sa présence dans l'ambre (en grec *élektron*); mais on n'est arrivé à tirer de l'électricité des profits tout à fait inattendus que depuis trente ans à peine. On connaît la foudre (cette électricité des nuages) et ses effets dangereux; tout le monde

Cliché Hamel-Jalier, Laval.

FIG. 82. — Usines de Rochefort. — La Fourmondière-Inférieure. — Fours électriques de la Société La Néo-Métallurgique, près Laval (Mayenne).

sait qu'elle brûle, car on constate la trace noircie de son passage sur l'arbre qu'elle atteint. Sans entrer dans des détails étrangers à cette étude, qu'il suffise de savoir que certains courants électriques peuvent développer *rapidement* des foyers de températures de 3.000 à 3.500° et les faire *cesser de même* par la manœuvre d'un simple interrupteur. Cette découverte a donné lieu à de nouvelles applications, notamment le traitement des métaux par le *four électrique;* c'est la néo-métallurgie qui, grâce à l'électricité, a développé l'emploi industriel des corps réputés jusqu'alors *réfractaires*, tels que les chrome, tungstène, molybdène, titane, vanadium, etc...

Ce sont, du reste, des métaux qui, introduits dans la composition de l'acier, lui donnent des qualités précieuses de résistance, le faisant alors rechercher pour les armes de guerre et de la marine, ainsi que comme acier à outils.

Or, je le répète, l'on peut employer la puissance hydraulique à produire le courant électrique en faisant tourner une dynamo. Il est vrai que, pour obtenir des courants aussi puissants, il ne faut

Cliché Hamel-Jalier, Laval.

FIG. 83. — Usines de Rochefort. — La Fourmondière-Supérieure. — Tissage d'amiante et transport d'énergie, près Laval (Mayenne).

pas lâcher moins de 200 à 300 chevaux d'un coup, et cependant nous allons les trouver dans le département de la Mayenne.

1° Les usines de **Rochefort,** dans la commune d'Andouillé, près de Laval, appartenant à la Compagnie la Néo-Métallurgie, sont situées sur la partie navigable de la Mayenne, et les trois chutes qui leur fournissent d'importantes forces sont comprises dans un espace de moins d'un kilomètre (barrage de la Richardière, des Fourmondières inférieure et supérieure). Ces trois chutes de $2^{m},75$ de hauteur, provoquées par les écluses nécessaires à la navigation, comportent : la première, deux turbines de 150 chevaux chacune,

soit un total de 300 chevaux; la seconde, une seule turbine de 200 chevaux; enfin, la troisième, absolument comme la première chute, dispose de 300 chevaux, grâce à deux turbines de 150 chevaux chacune; total, 800 chevaux utilisables. Cet ensemble est presque digne de la fameuse dénomination de *houille blanche*, réservée, jusqu'à présent, comme on le sait, aux hautes chutes des pays de montagnes. Les effets des turbines de Rochefort, traduits sous forme de courant électrique, à 2.000 volts, se concentrent

Communiqué par M. Chaptet, ingénieur, usines de Rochefort.

FIG. 84. — Usines de Rochefort. — La Blinière. — Transport d'énergie et formation d'accumulateurs.

ou se répartissent, grâce à 3 fils très fins, suivant les produits plus ou moins réfractaires à obtenir dans un ou plusieurs creusets des fours dits électriques. Les débuts de cette entreprise remontent à 1884.

C'est bien là, sur une plus grande échelle, la même situation avantageuse de trois usines se succédant et agissant simultanément, que j'ai déjà signalée pour l'éclairage électrique de Domfront, dans l'Orne. Naturellement l'éclairage des trois usines est assuré du même coup.

2° Le directeur des usines précédentes, qui a su si habilement tirer parti de la situation des lieux, devait considérer comme un jeu

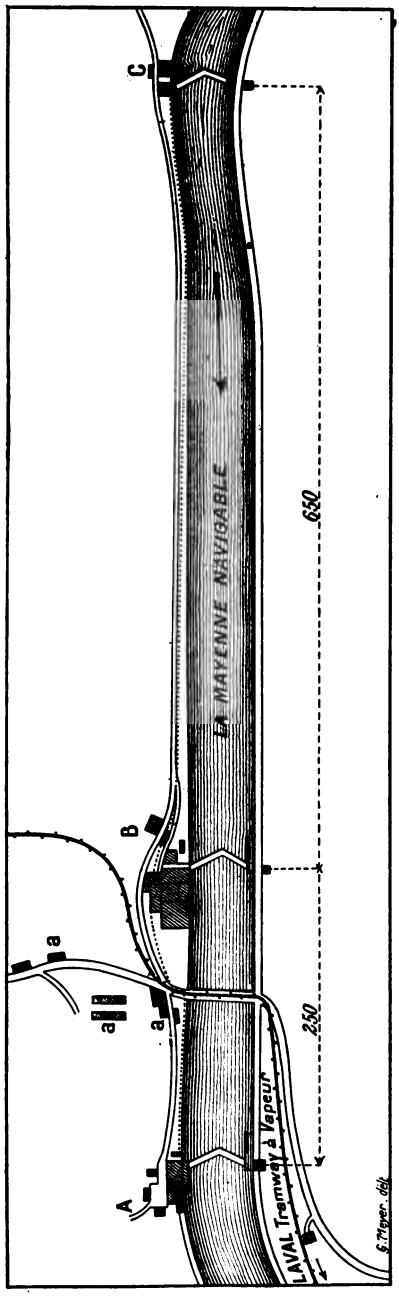


FIG. 85. — Plan de situation des usines de Rochefort, près Laval (Mayenne).

A, usines avec fours électriques pouvant réunir par l'électricité les 800 chevaux des 3 chutes. — B, tissage d'amiante. — C, dernière usine en aval, transport d'énergie et formation d'accumulateurs. — *a*, *a*, *a*, maison ouvrière.

de doter sa commune de l'éclairage électrique. Il a jeté son dévolu sur une petite chute de 2 mètres sur l'Ernée, à 700 mètres du bourg d'**Andouillé,** qui compte 2.500 habitants, et, depuis 1891, l'éclairage public est assuré par 100 lampes de 16 bougies à 110 volts. Le soir venu, le meunier couvre son chef de la casquette galonnée de l'électricien, embraye la dynamo et lance le courant.

Depuis la carte dressée comme les deux précédentes, en 1903, et pour le même motif, on trouve encore :

3° **Gorron,** un chef-lieu de canton de 2.500 habitants, utilise une chute de la rivière le Calmont et emploie roue et turbine simultanément ou successivement selon les besoins, pour l'éclairage des rues par 40 lampes et celui des particuliers qui se partagent 200 lampes à 110 volts, et ce, depuis 1901. C'est une minoterie encore qui a cette utile entreprise; voici deux fois de suite que ce cas de cumul se présente, et il se renouvellera plus souvent qu'avec toute autre

industrie, car celle-ci nécessite un travail très régulier, sans interruption et toujours surveillé. Regarder, de temps à autre, si les balais de la dynamo ne donnent pas d'étincelles, si les paliers ne chauffent point, c'est un bien faible surcroît d'occupation pour le garde-moulin qui, se servant lui-même de cet éclairage, s'aperçoit aussitôt de toutes les variations de la lumière et les corrige pour tout le monde comme pour lui-même ; ni machine de secours, ni accumulateurs, le Calmont suffit à tout et, du reste, un sac de blé peut, à la rigueur, attendre son tour d'être moulu.

4° Un autre four électrique fonctionne dans la Mayenne, commune du **Bas-Coudray,** à l'emplacement des mines d'or qui y furent récemment découvertes. Des questions d'intérêt, un procès engagé m'obligent à me borner à une simple constatation, bien que plusieurs publications locales ou de Paris se soient occupées de cette question ; notre rôle d'enquêteur amateur aussi impartial que désintéressé nous imposera une plus grande réserve. La force hydraulique sur le Vicoin, consistant encore dans l'ancienne roue renforcée d'une nouvelle turbine (car la chute a $7^{m},80$), est cependant de débit minime. Cet établissement s'intitule lui-même un *laboratoire d'essai ;* cependant cette puissance hydraulique permet le broyage en petite quantité du minerai aurifère.

II. — LES RESSOURCES HYDRAULIQUES DISPONIBLES

Il faut encore les diviser entre les deux Ministères. Le total est de 15.800 chevaux utilisables, et l'on en compte 12.800 sur la seule rivière navigable du département, la Mayenne, qui mériterait presque le nom de fleuve. Je sais bien qu'on lui reproche d'être capricieuse par suite de la nature du sol de son bassin, formé en grande partie de roches ou de terrains imperméables, retenant mal les eaux, les rendant brusquement sous forme de crues. Il n'y a qu'un remède à ce manque de sources pérennes : la création de bassins importants dans la partie amont et celles de ses affluents ; la pierre est voisine pour élever des digues, l'escarpement des vallées doit encore se prêter facilement à la construction des barrages et retenues.

La nomenclature (p. 176 et 177) donne un état détaillé des barrages éclusés existant sur la Mayenne à la date très récente de 1904; des changements journaliers peuvent toutefois intervenir. On a déjà pu relever ces barrages sur la carte d'ensemble du départe-

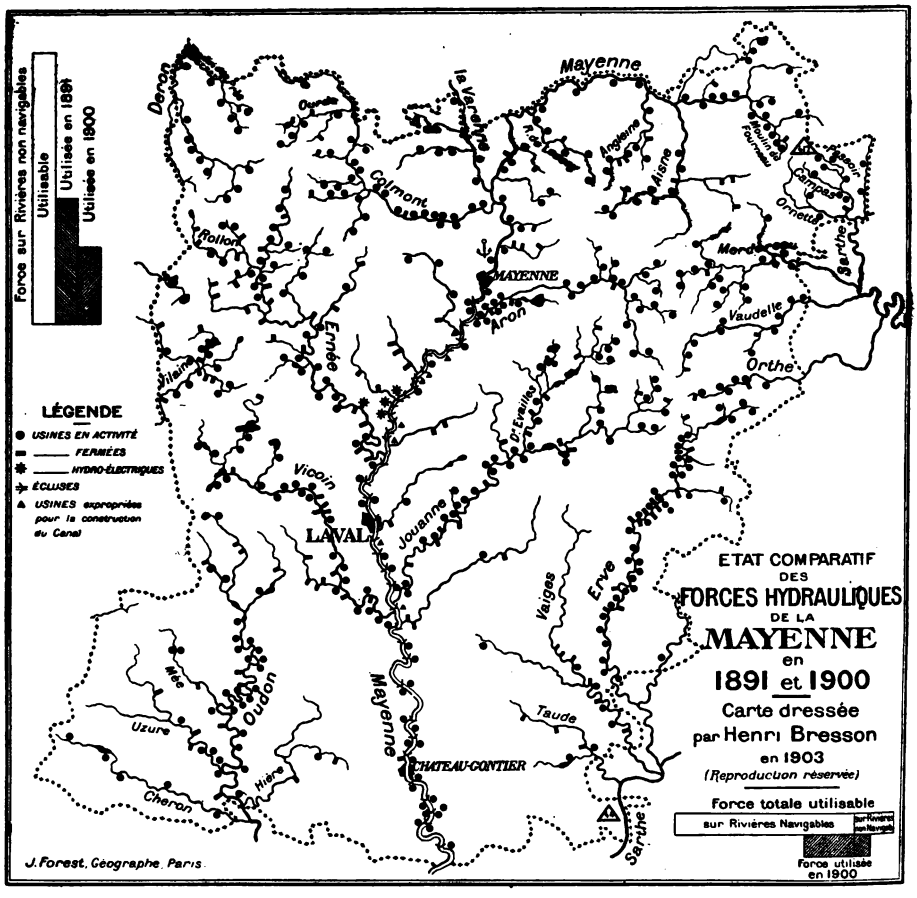


FIG. 86.

ment (*fig.* 86); j'avais alors désigné par un signe conventionnel les anciennes usines que les travaux de canalisation avaient dû faire jeter bas. Sur la planche (*fig.* 87), l'échelle est plus grande, ce qui nous permet de mieux distinguer les barrages.

De l'ensemble des cartes et table (p. 176-177), nous conclurons que trente et une localités ayant chacune plus de 1.100 habitants sont

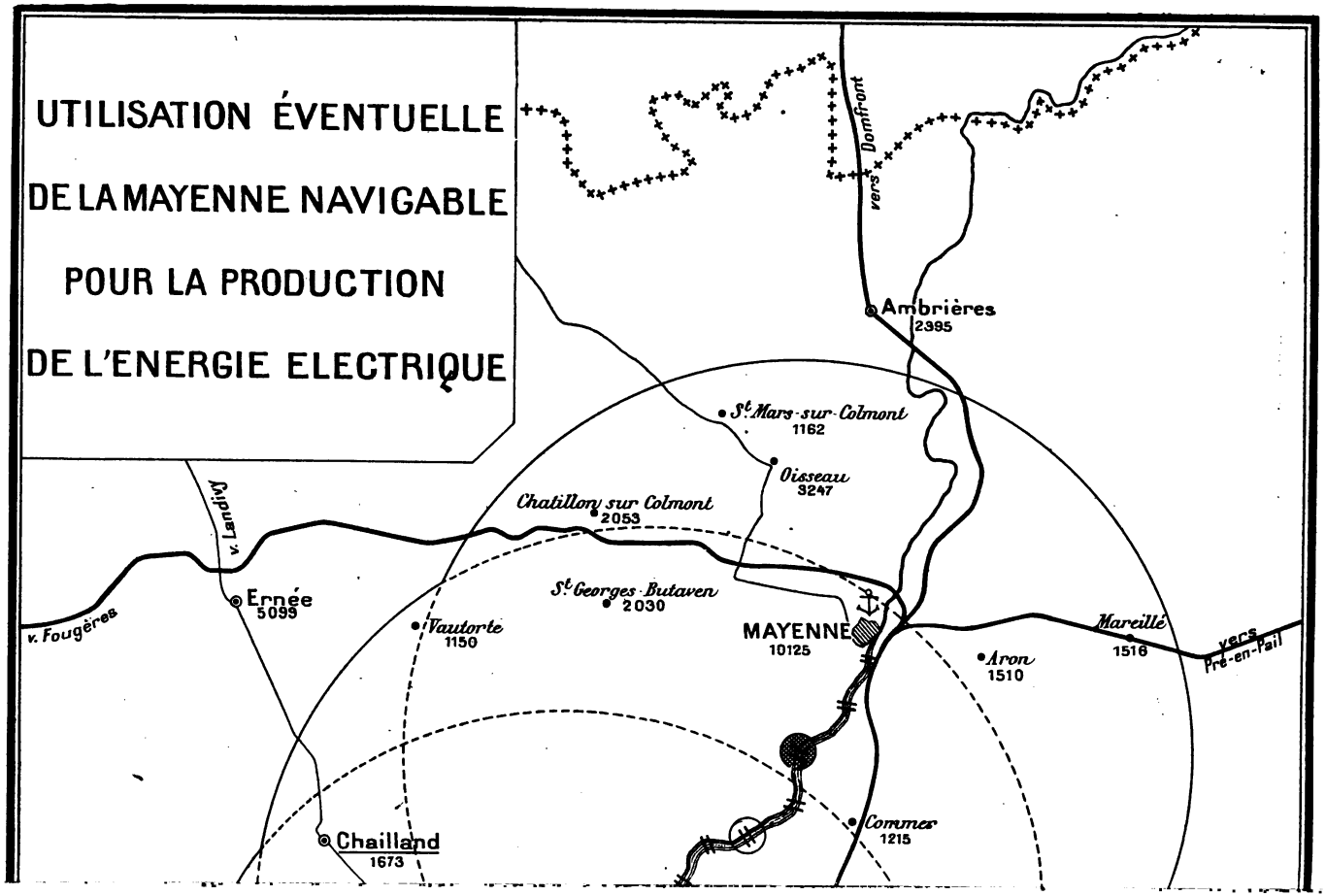
renfermées dans une zone de 14 kilomètres autour des cinq barrages éclusés que nous avons choisis pour centre de nos cercles et représentant, ainsi que les cinq chutes intermédiaires (sauf une), des forces d'au moins 300 chevaux bruts au barrage même. J'ai déjà fait observer, au début de ce chapitre, que des forces bien inférieures sont déjà employées sur la rivière de l'Orne pour des transports d'énergie à cette même distance de 14 kilomètres. Je faisais alors allusion au cas de Thury-Harcourt, avec une population de 1.200 habitants, que nous trouverons dans le Calvados (chap. XIX, p. 214).

Certains centres, il est vrai, tels que la sous-préfecture de Mayenne, sont peut-être trop importants pour les ressources à leur disposition; mais ils ont à leur portée jusqu'à deux ou trois barrages, dont la réunion pourrait être tentée, comme nous en avons vu l'exemple dans le département de l'Orne, pour la sous-préfecture de Domfront. La distance à franchir, m'objectera-t-on, ne pourrait l'être que grâce à des voltages élevés, et augmente les risques d'accidents. On s'en est fort bien tiré à Thury-Harcourt, en adoptant du 5.000 volts et ce, à la satisfaction générale depuis plus d'un an : voilà ma réponse.

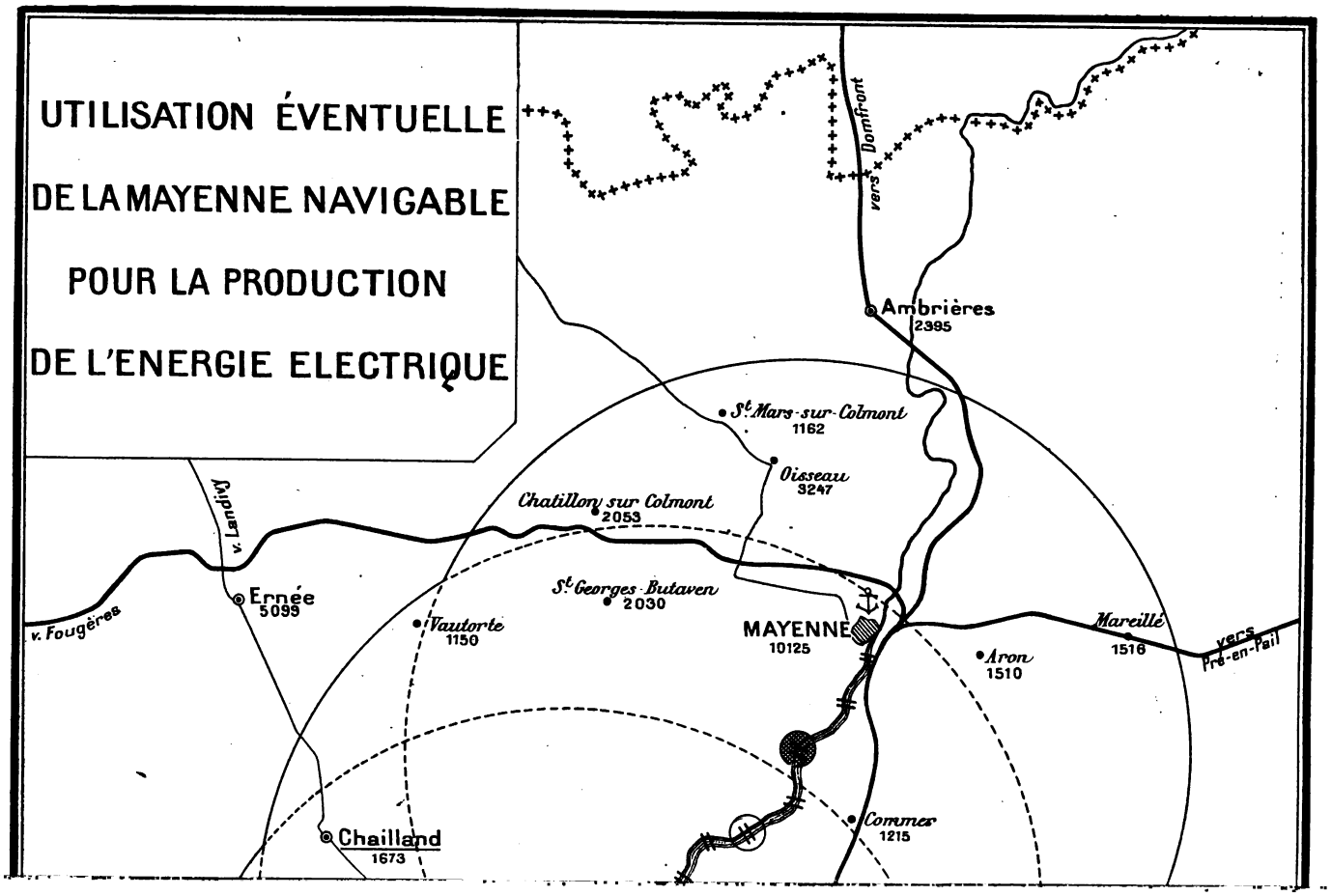
On observe encore, à l'examen du tableau, que les chutes en aval, bien que plus basses (il y en a une de $0^m,75$) sont fort bien utilisées par des minoteries qui s'en partagent la puissance, et ceci s'expliquera par le voisinage des plateaux plus productifs et mieux cultivés que la partie amont du bassin. Celle-ci, au contraire, au sol généralement rocailleux, stérile et peu boisé, a commencé à attirer l'industrie, et ce mouvement continuera sans doute à s'accentuer, quand on connaîtra les nombreux exemples de transport d'énergie déjà pratiqués dans la région Normande.

Une autre remarque s'impose quand on compare les chiffres des trois colonnes 4, 5 et 6 : la différence entre les forces utilisables, concédées et utilisées, différence qui paraît disproportionnée; la colonne 5 va nous en donner une explication. Les quelques industries, autres que les minoteries fidèles aux vieilles roues (fours électriques, scierie de marbre dont la présence est un témoignage de la nature du sol, bonneterie avec transport à distance), employant, au contraire, les turbines modernes se font tout de suite remarquer par des emplois bien plus judicieux de la puissance hydraulique,

NUMÉRO D'ORDRE des barrages	NOMS DES BARRAGES	HAUTEUR de LA CHUTE en mètres	FORCE UTILISABLE totale des barrages	FORCE CONCÉDÉE	FORCE UTILISÉE	UTILISATION	USINES s'éclairant à l'électricité	FORCE des MOTEURS de secours
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Mayenne	1,60	306	149	100	Minoterie.	E	150
2	Sainte-Beaudelle	1,98	370	370	40	d°	E	»
3	*Grenoux*	1,80	336	»	»	Néant.	»	»
4	La Roche	1,74	325	36	16	Minoterie.	»	»
5	Boussard	1,84	343	»	»	Néant.	»	»
6	Corçu	2,16	403	61	»	Minoterie (en chômage en 1904).	»	»
7	Bas-Hambourg	1,50	280	40	12	d°	»	»
8	Les Communes	3,59	670	40	12	d°	»	»
9	*Le Port*	1,81	338	»	»	Néant.	»	»
10	La Nourrière	2,00	273	57	20	Minoterie.	»	»
11	La Verrerie	1,99	371	»	»	Néant.	»	»
12	La Richardière	2,71	504	271	150		E	»
13	Fourmondière-Supérieure	2,76	515	88	60	Tissage amiante, fours électriques.	E	75
14	Fourmondière-Inférieure	2,70	506	432	250		E	»
15	Moulin-Auger	2,03	379	»	»	Néant.	»	»
16	L'Ame	1,88	351	16	12	Élévation eau pour irrigation.	»	»
17	*La Maignannerie*	2,01	375	»	»	Néant.	»	»
18	Boisseau	1,35	252	35	16	Minoterie.	»	»
19	Belle-Poule	1,19	222	222	20	d°	»	»
20	Bootz	1,01	188	93	30	d°	E	40
		1,01	»	61	35	Filature coton.	E	1200
21	Laval	1,62	302	148	100	Scierie de marbre et polissage.	»	40
		1,62	»	73	40	Service d'eau de Laval.	»	»


UTILISATION ÉVENTUELLE
DE LA MAYENNE NAVIGABLE
POUR LA PRODUCTION
DE L'ENERGIE ELECTRIQUE
vers Domfront
Ambrières
2395
St Mars-sur-Colmont
1162
Oisseau
3247
Chatillon sur Colmont
2053
v. Landivy
Ernée
5099
v. Fougères
St Georges-Butaven
2030
Vautorte
1150
MAYENNE
10125
Marcillé
1516
vers Pré-en-Pail
Aron
1510
Commer
1215
Chailland
1673

NUMÉRO D'ORDRE des barrages	NOMS DES BARRAGES	HAUTEUR de LA CHUTE en mètres	FORCE UTILISABLE totale des barrages	FORCE CONCÉDÉE	FORCE UTILISÉE	UTILISATION	USINES s'éclairant à l'électricité	FORCE des MOTEURS de secours
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Mayenne	1,60	306	149	100	Minoterie.	E	150
2	Sainte-Beaudelle	1,98	370	370	40	d°	E	»
3	*Grenoux*	1,80	336	»	»	Néant.	»	»
4	La Roche	1,74	325	36	16	Minoterie.	»	»
5	Boussard	1,84	343	»	»	Néant.	»	»
6	Corçu	2,16	403	61	»	Minoterie (en chômage en 1904).	»	»
7	Bas-Hambourg	1,50	280	40	12	d°	»	»
8	Les Communes	3,59	670	40	12	d°	»	»
9	*Le Port*	1,81	338	»	»	Néant.	»	»
10	La Nourrière	2,00	273	57	20	Minoterie.	»	»
11	La Verrerie	1,99	371	»	»	Néant.	»	»
12	La Richardière	2,71	504	271	150		E	»
13	Fourmondière-Supérieure	2,76	515	88	60	Tissage amiante, fours électriques.	E	75
14	Fourmondière-Inférieure	2,70	506	432	250		E	»
15	Moulin-Auger	2,03	379	»	»	Néant.	»	»
16	L'Ame	1,88	351	16	12	Élévation eau pour irrigation.	»	»
17	*La Maignannerie*	2,01	375	»	»	Néant.	»	»
18	Boisseau	1,35	252	35	16	Minoterie.	»	»
19	Belle-Poule	1,19	222	222	20	d°	»	»
20	Bootz	1,01	188	93	30	d°	E	40
		1,01	»	61	35	Filature coton.	E	1200
21	Laval	1,62	302	148	100	Scierie de marbre et polissage.	»	40
		1,62	»	73	40	Service d'eau de Laval.	»	»


UTILISATION ÉVENTUELLE
DE LA MAYENNE NAVIGABLE
POUR LA PRODUCTION
DE L'ENERGIE ELECTRIQUE
vers Domfront
Ambrières
2395
St Mars-sur-Colmont
1162
Oisseau
3247
Chatillon sur Colmont
2053
v. Landivy
Ernée
5099
v. Fougères
St Georges-Butaven
2030
Vautorte
1150
MAYENNE
10125
Mareillé
1516
vers Pré-en-Pail
Aron
1510
Commer
1215
Chailland
1673

	[illegible]	[illegible]	[illegible]	»	»	Néant.	»	»
23	*Cumont*	1,61	300	»	»	d°	»	»
24	Bonne	1,42	365	»	»	d°	»	»
25	Port-Rheingard	2,37	442	152	54	Minoterie.	»	»
26	*Persignant*	1,82	302	»	»	Néant.	»	»
27	Briassé	1,67	423	51	12	Minoterie.	»	»
28	La Benâtre	1,47	370	30	16	d°	»	»
29	La Fosse	1,57	398	85	12	d°	»	»
30	La Rongère	1,40	355	D 81	16	d°	»	»
		1,40	»	G 81	16	d°	»	»
31	La Neuville	1,00	253	D 38	8	d°	»	»
		1,00	»	G 50	12	d°	»	»
32	La Roche-de-Marie	1,00	253	D 55	16	d°	»	»
		1,00	»	G 85	20	d°	»	»
33	Mirvault	1,21	307	D 169	50	Bonneterie avec transport.	E	»
		1,21	»	G 67	8	Huilerie.	»	»
34	Pendu	0,90	228	D 35	8	d°	»	»
		0,90	»	G 118	60	Minoterie.	E	145
35	La Bavouze	1,20	304	D 52	36	d°	»	»
		1,20	»	G 68	40	d°	»	»
36	Roche-Ménil	0,75	190	D 25	12	d°	»	»
		0,75	»	G 49	16	d°	»	»
37	Gué-Ménil	0,85	215	D 36	10	d°	»	»
		0,85	»	G 40	16	d°	»	»
38	Fourmusson	1,51	382	D 36	10	d°	»	»
		1,51	»	G 84	24	d°	»	»

N. R. — Les noms en italique sont ceux des barrages qui ont servi à tracer les cercles de la carte spéciale.
D = usine située sur la rive droite; G = usine située sur la rive gauche.

tout en ne disposant que de chutes sensiblement analogues. Comme preuve de ce dire, on peut se reporter à la photographie de la *roue à petites palettes*, que j'ai prise à Tessy, dans la Manche, sur la Vire navigable (*fig.* 39). Ne dirait-on pas un jouet fabriqué pour l'amusement d'un enfant! Et quel errement d'employer un appareil d'un rendement aussi rudimentaire quand on peut disposer d'un volume d'eau important!

Deux chiffres de la colonne 4 se rapportant aux barrages numéros 2 et 19 doivent encore étonner, la puissance concédée étant égale à celle de la puissance de tout le barrage; cela tient à ce que ces usines ont une existence légale (Voir le chap. VII, p. 64).

Il faut presque s'excuser d'avoir dû employer le terme qualificatif de minoteries pour quelques-uns de ces moulins qui ne dépassent pas des forces utilisées de 8 ou 12 chevaux sur des chutes d'une puissance brute de... 253 chevaux! Si les exploitants de ces usines n'ont pas demandé des concessions de forces supérieures et possibles, ainsi qu'en témoignent les autres industries citées, atteignant des 100, 150 et 250 chevaux, c'est vraisemblablement qu'ils n'en avaient pas l'usage et ne voulaient pas supporter une redevance inutile; ils gagneraient probablement, qu'ils aient ou non adopté le cylindre de la minoterie moderne, à se borner à une usine unique. D'autres emplois, parmi lesquels les transports d'énergie semblent tout indiqués, utiliseraient alors plus avantageusement les barrages devenus vacants. Ces exploitants y viendront peut-être, et ce serait un heureux résultat de la campagne entreprise ici ; quatre d'entre eux connaissent tout au moins la dynamo, puisqu'ils s'en servent pour leur éclairage particulier. Nous excuserons à peine le propriétaire qui utilise 12 chevaux sur 351 pour élever de l'eau en vue des irrigations; il s'élèverait probablement encore lui-même dans sa propre estime et dans celle de ses concitoyens en donnant le bon exemple d'un emploi hydro-électrique agricole analogue à ceux qui nous sont déjà connus ou se révéleront par la suite.

Aux forces hydrauliques importantes de ce cours d'eau navigable, nous ne trouvons à opposer que les 3.000 chevaux sur les rivières non navigables, dont l'utilisation à différentes dates était la suivante :

	1862	1891	1900
Moulins à blé	504	454	340
Industries textiles	3	10	10
Scieries de bois	»	5	5
Moulins à tan	15	4	7
Moulins à trèfle	5	5	8
Huileries	3	»	3
Traitement des métaux	6	2	4
Scieries de marbre	»	»	2
Divers	2	1	4
TOTAUX	538	481	383

Je produis trois états, parce que les deux derniers sont fort rapprochés par leurs dates. A signaler l'apparition de scieries hydrauliques de marbre : la nature granitique du terrain se fait sentir jusque dans cette statistique.

Les exemples hydro-électriques d'éclairage ont fait école dans les usines d'industries diverses sur les cours d'eau tant navigables que non navigables; ils sont au nombre de 21.

Comme de coutume, un témoignage de ma connaissance des dénominations des usines. *La Roche-Marie* et la *Roche-Ménil* s'adaptent bien à la dénomination d'un barrage; mais le nom de *Belle-Poule* dans un cas semblable paraîtra bien extraordinaire; le barrage de *l'Ame* conviendra aux natures sensibles, et le malfaiteur évitera avec soin celui de *Pendu;* la *Richardière* claironnera son importante puissance hydraulique de 500 chevaux.

Parmi les forces plus modestes, citons au hasard : les moulins de *Gratte-Sac* et de la *Grenouillère ;* le *Touchebaron*, le *Pic-en-Cap*, les *Feu-Jean* et *Feu-Guillaume* sentent leur origine moyen âge; les moulins des *Roches* sont naturellement plus fréquents qu'ailleurs, et les nombreux *Moulins-du-Bourg* risqueront sans doute de provoquer quelque confusion; il n'en sera pas de même du *Moulin de l'Etang du Bas-de-la-Butte*, qui détient en même temps le record de la longueur !

CHAPITRE XVII

LA HOUILLE VERTE EN MAINE-ET-LOIRE

(AU NORD DE LA LOIRE)

I. — LES EXEMPLES HYDRO-ÉLECTRIQUES

Chercher de la houille verte, ne fût-elle que d'un vert très pâle, dans un département dans la dénomination duquel entre le nom d'un des cinq grands fleuves de la France semble être une gageure ; en effet, le voisinage de cette large vallée de la Loire éloigne toute supposition d'accidents de terrain et de chutes d'eau ; nous voyons cependant :

1° A **Cheffes,** usine d'un barrage de la Sarthe navigable, donnant 200 chevaux utilisables sous une chute de $1^{m},30$, où une fabrique d'accumulateurs s'est établie, en 1902, dans un ancien moulin fermé depuis quinze ans. La force hydraulique est produite par trois roues qui peuvent s'atteler ensemble sur un même arbre de transmission, ayant toute la longueur de l'usine. Cette chute étant la dernière en aval sur la Sarthe, l'époque la plus favorable au travail se trouve être celle de l'étiage ou des faibles débits d'été, époque à laquelle il n'y a pas à craindre les crues de la Loire, refoulant la rivière la Maine jusqu'en ce point ; on compte alors sur 100 chevaux, et ils suffisent à cette industrie, puisque la machine à vapeur de secours existante n'est presque jamais allumée. Naturellement l'usine est éclairée à l'électricité, la formation des accumulateurs se continuant nuit et jour.

Cette fabrication demande une force continue, beaucoup de soin, beaucoup de lenteur même ; une fois les plaques de plomb préparées (et elles peuvent se présenter sous des formes variées), on les soumet au courant électrique pour obtenir des plaques dites positives ou négatives ; celles-ci, par la suite, continueront chacune à donner des courants de mêmes noms, qui, traversant une lampe, un moteur, produiront soit la lumière, soit la force motrice, pendant un temps plus ou moins long suivant la capacité de l'accumulateur, autrement dit du nombre et de la dimension des plaques de plomb contenues dans un bac plein d'eau acidulée. Pour assurer la bonne qualité de ces plaques, tout aussi bien des petites que des grandes, il ne faut pas compter moins de cinq cents heures de charge, soit trois semaines, et, comme il est nécessaire pour former de bons accumulateurs prêts au service, de décharger, puis de recharger près de la moitié de l'électricité déjà recueillie, cette formation finit par demander un bon mois ; cette lenteur même leur donne en quelque sorte la qualité qui fera leur valeur, et on devra toujours tenir compte de cette remarque dans leur usage ; les accumulateurs ne doivent jamais être brusqués, ni à la charge ni à la décharge. Ils s'usent assez rapidement même dans les meilleures conditions, et, vu leurs prix, c'est leur plus grand défaut. Cependant, pour les raisons déjà données, bien des petites stations centrales hydrauliques procèdent elles-mêmes à cette fabrication.

2° Sur le Loir, partie navigable aussi, un exemple bien curieux par sa modestie même. La commune de **Seiches** ne compte que 270 habitants dans le bourg même de ce nom, 150 dans le village de *Suette* et 250 dans une autre agglomération nommée *Matheflon* (Voir plan spécial, *a*, *fig*. 88). L'usine hydro-électrique est dans cette dernière localité et ne comporte qu'une roue hydraulique, car la chute n'a que 72 centimètres ! L'éclairage public y compte seulement 5 lampes ; de là, la ligne gagne Seiches à 2 kilomètres et y alimente 15 lampes ; enfin, à 750 mètres plus loin, elle se termine à Suette avec 4 lampes. Ajoutons de suite que l'éclairage particulier de ces trois petits centres comprend déjà 250 lampes à 110 volts, bien que l'installation ne date que de 1902. Dans de pareilles conditions, pour assurer un service régulier, l'emploi des accumulateurs était tout indiqué, et on les a très intelligemment placés entre Seiches

et Suette, dans l'habitation de l'exploitant, qui les a ainsi sous sa surveillance; ils jouent là, en quelque sorte, le rôle d'un réservoir d'équilibre, tel qu'il est pratiqué dans certaines distributions d'eau de ville, prenant ou rendant le courant selon que la consommation est au-dessous ou au-dessus de l'énergie hydraulique disponible, transformée en courant électrique, car il n'y a aucune machine de secours. Ce n'est donc pas sans motif que l'on a souvent recherché des points de comparaison saisissants entre l'électricité et la pression hydraulique. Cet exemple est peu important, j'en conviens, mais n'est-ce pas aussi une preuve de la possibilité des emplois hydro-électriques dans toutes les régions de la France pourvues de forces hydrauliques.

3° Encore un château : celui de **Soucelles,** à $1^{km},400$ d'un barrage sur le Loir navigable (toujours la bonne contagion!) est relié par 2 fils à une grande minoterie qui dépend du château et dispose de 225 lampes à 110 volts depuis 1898. La chute n'a que $0^{m},84$, mais le débit est assez important pour qu'on puisse se passer aussi bien d'accumulateurs que de machine de secours.

La carte du Maine-et-Loire porte la date de 1904.

II. — LES RESSOURCES HYDRAULIQUES DISPONIBLES

Elles seront de deux sortes, comme dans les deux départements précédemment examinés; il faut encore rappeler que la présente étude ne porte que sur une moitié du département. La courte rivière la Maine étant l'exutoire des trois bassins supérieurs de la Mayenne, de la Sarthe et du Loir, c'est avec les gros volumes d'eau qu'il faut compter; ainsi on peut, après le confluent de la Maine, attribuer 450.000 litres par seconde à la Loire, et 75.000 à la Maine, près d'Angers. Dans les mêmes conditions, la Mayenne, la Sarthe, le Loir et l'Oudon écoulent respectivement 10.000, 12.000, 10.000 et 6.000 litres par seconde. Ce sont, bien entendu, des moyennes et les grandes crues exceptionnelles ont été exclues de leur évaluation.

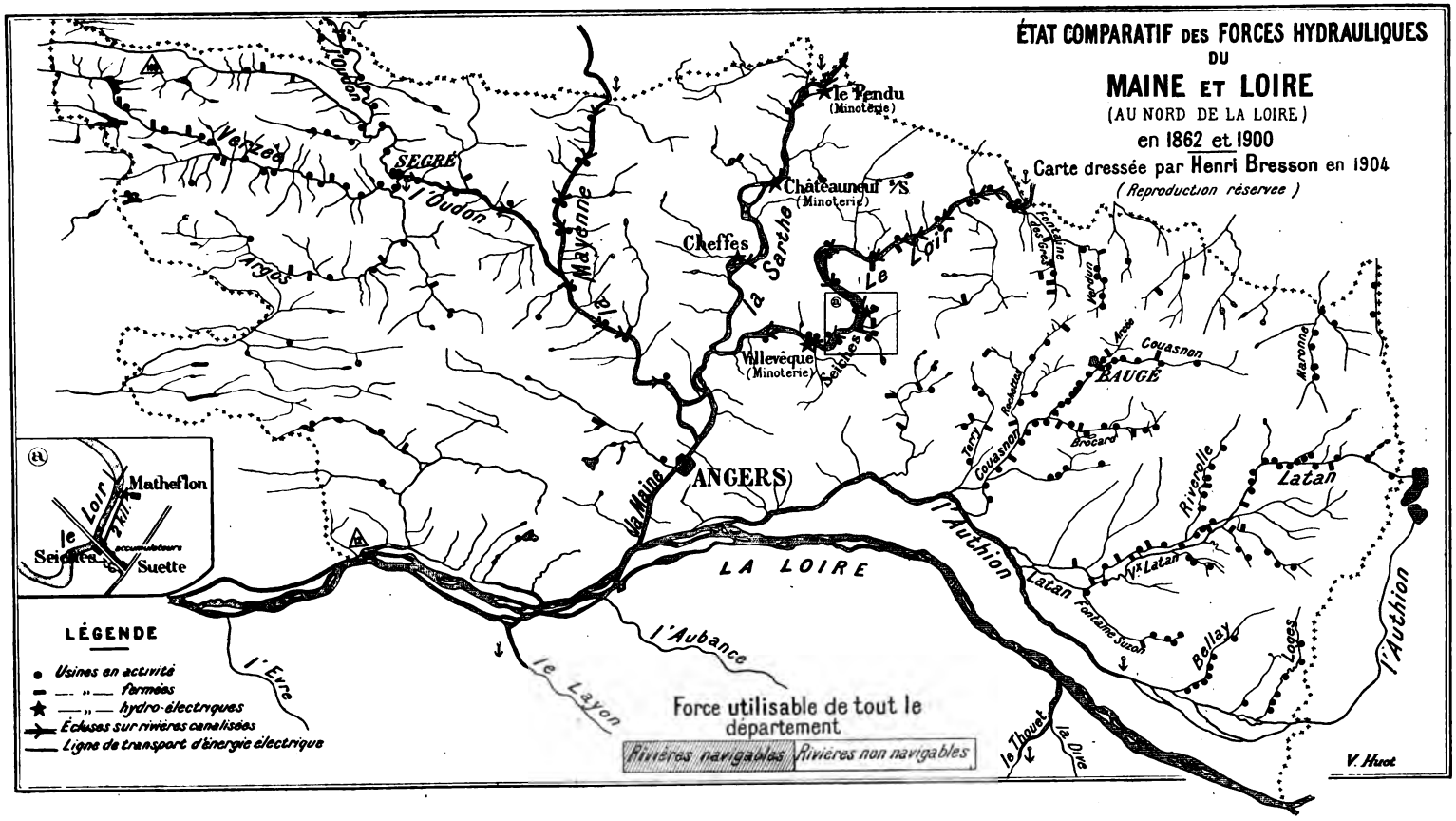

ÉTAT COMPARATIF DES FORCES HYDRAULIQUES
DU
MAINE ET LOIRE
(AU NORD DE LA LOIRE)
en 1862 et 1900
Carte dressée par Henri Bresson en 1904
(Reproduction réservée)
Le Pendu
(Minoterie)
Châteauneuf s/S
(Minoterie)
Cheffes
Villevêque
(Minoterie)
Sablés
SEGRÉ
Verzée
Argos
l'Oudon
Mayenne
la Sarthe
Le Loir
Fontaine des Grés
Vaudon
Arnée
Couasnon
BAUGÉ
Marenne
Tercy
Brédard
Riverolle
Latan
Fx Latan
Fontaine Suzon
Bellay
Loges
l'Authion
ANGERS
la Maine
LA LOIRE
l'Aubance
le Layon
l'Evre
le Thouet
la Dire
Matheflon
Seiches
Suette
accumulateurs
LÉGENDE
Usines en activité
" fermées
" hydro-électriques
Écluses sur rivières canalisées
Ligne de transport d'énergie électrique
Force utilisable de tout le département
Rivières navigables
Rivières non navigables
V. Hurot

Fig. 88.

On constate pour tout le département 4.600 chevaux utilisables sur les rivières navigables et 4.900 sur les rivières non navigables ni flottables ; pour ces dernières, on trouve encore 1.000 chevaux avec 206 usines pour la partie au nord de la Loire, ce qui laisse 3.900 chevaux aux 328 usines de l'autre rive. Le dernier fait dénote au sud de la Loire des chutes plus élevées et aussi des rivières plus importantes ; on rencontre en effet, en remontant vers le Poitou, un nouveau groupe montagneux connu sous le nom de *Hauteurs de Gâtines*. Au nord de la Loire je ne compte guère plus d'une dizaine

Cliché Corairie, à Château-Gontier.

FIG. 89. — Minoterie de la Jaille-Yvon (Maine-et-Loire), sur la Mayenne navigable, disposant de 2 roues, chute de 0,m80.

de chutes entre 10 et 20 chevaux ; les autres sont toutes inférieures à ce chiffre ; tous ces petits moulins sont adonnés à la mouture des céréales, à part quelques rares exceptions qui sont : 2 moulins à tan, 1 huilerie, 1 foulerie, 2 moulins à chanvre et, enfin, 1 haut-fourneau.

A citer, parmi les noms, quelques bizarreries, telles que le ruisseau des *Robinets*, le ruisseau de l'*Achéron*, et celui de la *Fontaine-Noire*, sur lequel par conséquent il est difficile de qualifier la force motrice de houille blanche ! Non moins curieux le rapprochement côte à côte des moulins de l'*Onglée* et de celui du *Beau-Soleil;* celui du *Sourd* surprendra aussi à côté de celui de la *Voie*. Le nom de *Chantemerle* est bien un peu pastoral, mais le *Moulin de la Bonne* ne l'est guère,

et celui de l'*Homme* encore moins. Dans l'Orne, j'avais découvert un moulin d'*O* : ici j'ai relevé celui de l'*Hy !*

J'ai cru intéressant de produire un témoignage (*fig.* 89) d'une usine de la Mayenne, bien que la minoterie de la *Jaille-Yvon* ne

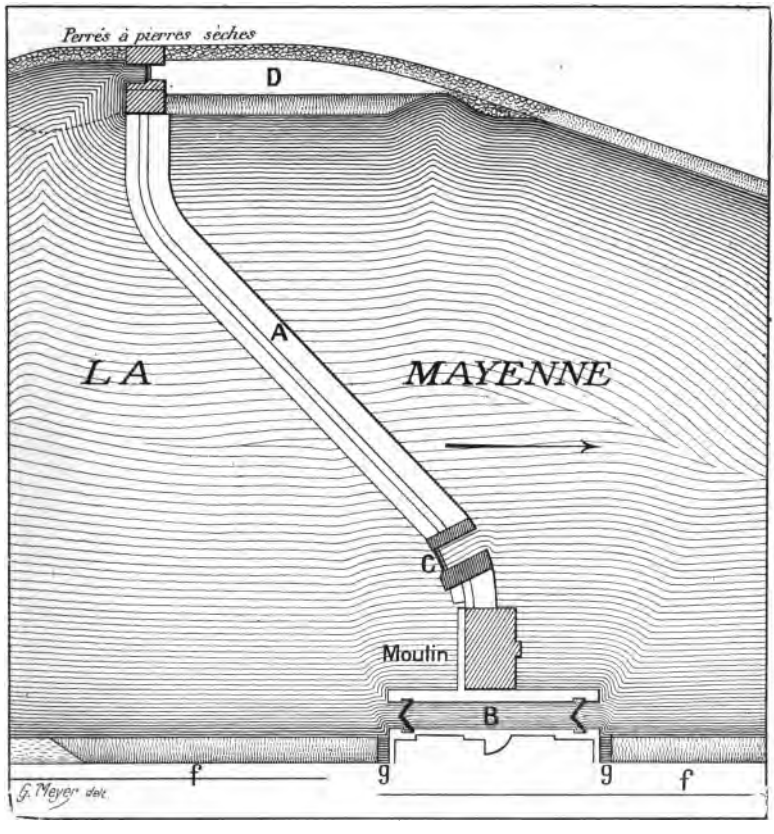


FIG. 90. — Barrage éclusé de la Jaille-Yvon (Maine-et-Loire).

A, barrage. — B, écluse. — C, ancienne porte marinière. — D, pertuis. — *f*, chemin de halalge. — *g*, escaliers.

puisse être comprise parmi les installations hydro-électriques, ni même parmi les usines éclairées à l'électricité (affaire de peu de temps, sans doute). Quoi qu'il en soit, grâce à une basse chute de $0^m,80$, elle utilise par ses moteurs une force de 40 chevaux sur les 114 qui lui sont concédés, tandis que la puissance totale du barrage s'élève à 203 chevaux utilisables. Le petit bateau à vapeur que l'on aperçoit se faufilant le long de la rive, après son passage

dans l'écluse, est encore bien caractéristique. Le plan complet du barrage (*fig.* 90) explique l'amélioration qu'il a subie en 1891 par le remplacement de la porte marinière destinée à l'écoulement des crues ou la vidange du bief par un pertuis à ventellerie ; c'est un témoignage de la sollicitude de l'Administration compétente, pour les rivières du Domaine public.

Cependant quelques usines hydrauliques tant sur cours d'eau navigables que non navigables assurent déjà leur propre éclairage électrique. Elles sont au nombre de 6 dont une fabrique *très moderne* de canots automobiles. La présence de ces importants cours d'eau, aptes à la navigation de plaisance, se révèle aussi dans ce simple détail.

CHAPITRE XVIII

LA HOUILLE VERTE DANS LA MANCHE

I. — LES EXEMPLES HYDRO-ÉLECTRIQUES

Ils vont être plus nombreux encore que dans les départements précédents, et surtout nous donner une leçon de choses aussi intéressante qu'inattendue. La « houille verte » qui, bien plus que la « grande sœur des Alpes », semblait avoir, selon l'expression de M. Gabriel Hanoteaux (*Revue des Deux Mondes*, 1er avril 1901, *la Houille blanche*), le fil à la patte, va s'émanciper.

C'est dans ce département, en effet, que j'ai appris à faire connaissance avec les voltages élevés ; sur 9 installations, toutes distribuant l'éclairage électrique, et la plupart dans des chefs-lieux de canton, 5 pratiquent les tensions de 500 et 5.000 volts ; dans ces cas, le courant, généralement alternatif, se contente de fils fort minces, ce qui n'est pas une petite économie de premier établissement, pour franchir des kilomètres avec des pertes en ligne insignifiantes en comparaison de la force électromotrice nécessaire. Nous sommes donc en progrès sensible sur les exemples relevés dans la Sarthe : 1.200 habitants à 1 kilomètre seulement (Voir page 166). On a essayé, pour les voltages élevés, des fils à âme d'acier et à revêtement de cuivre, car on sait que plus le voltage est élevé, plus le courant tend à suivre la surface des conducteurs.

L'inconvénient de l'application des voltages élevés, outre les grands dangers d'accidents sur les routes en cas de rupture des fils, est de rendre peu facile l'usage des petits moteurs, car tous les

exploitants des petites stations centrales que je vais décrire se sont bornés à du courant monophasé et ne font que de l'éclairage seulement. Certains types de dynamos permettent bien le démarrage ou la mise en marche malgré le courant monophasé, mais, en pratique, on n'a guère recours à ces dynamos, et même on considère comme impossible de charger des accumulateurs toujours désirables pour la régularité d'un bon service d'éclairage. On verra cependant, au sujet de la station centrale de Torigni, comment on a pu, avec un peu d'ingéniosité, tourner cette difficulté, en constituant à distance une réserve d'électricité, tout aussi bien qu'avec du courant continu.

En présence du nombre des installations hydro-électriques, nous en ferons trois groupes et nous commencerons par la partie sud du département, pour remonter au centre et terminer par le nord.

I. — GROUPE SUD

1° **Saint-Hilaire-du-Harcouët,** chef-lieu de canton de 3.700 habitants, a son usine à 2^{km},500, sur le territoire de la commune de Saint-Brice-de-Landelles. Quand on arrive à Satnt-Hilaire, on est étonné de voir toutes les rues traversées par un fil supportant au milieu lampe et abat-jour ; cela donne un petit air de fête perpétuelle, et l'on cherche presque des yeux les drapeaux et les lanternes vénitiennes. Par un dispositif ingénieux, ce sont ces mêmes fils, supportant les lampes, qui leur amènent le courant électrique. C'est, du reste, une amélioration toute récente, bien plus avantageuse pour l'éclairage de la rue, rappelant beaucoup, sauf l'éclat en plus... l'ancien réverbère qu'il fallait allumer avant de le hisser. Actuellement, il suffit de tourner un interrupteur à l'usine. Cet éclairage public, composé de 100 lampes de 10 et 16 bougies, a commencé en 1889 ; les particuliers se partagent environ 1.400 lampes. La distribution est à 3 fils et 220 volts sur chaque pont. C'est une société anonyme qui dirige cette entreprise.

Mais il faut aussi rendre une visite à l'usine productrice de l'électricité ; elle est située sur le Vauroux ou Val-Roux, probablement ainsi dénommé à cause de la profusion de bruyères qui pare cette petite vallée. On ne compte que deux chutes sur ce faible ruisseau,

et celle d'aval est encore utilisée par un moulin à blé avec roues superposées, ce qui veut dire que la chute est assez élevée pour pouvoir être divisée en deux et servir, dans le même établissement, par deux moteurs que l'eau actionne successivement. L'usine hydro-électrique, ayant au contraire une turbine, emploie, par une conduite forcée, la chute amont tout entière de $10^m,50$. Le courant électrique produit à 500 volts par la dynamo est envoyé à Saint-Hilaire par deux fils, et de jour y charge des accumulateurs ou actionne trois moteurs, chez un imprimeur, chez un charcutier, et enfin un dernier chez un menuisier. Une machine de secours au charbon vient en aide à la force hydraulique pendant quatre mois environ, de septembre à janvier.

2° **Mortain,** sous-préfecture de 2.800 habitants. En suivant la route qui conduit de la gare à la ville, à mi-coteau, on aperçoit, à 150 mètres avant d'arriver en ville, un bâtiment n'ayant qu'un rez-de-chaussée et derrière les ruines d'une filature incendiée il y a dix ans, dont il reste encore la haute cheminée d'usine. A peu de distance s'élève un solide mur de 5 mètres de hauteur, et, lorsqu'on a atteint la crête de ce mur par un petit escalier, on voit qu'il provoque une petite retenue adossée à un rocher de la rivière la Cance (*fig.* 91) ; à cet endroit, elle s'étageait pour rejoindre le fond de la vallée en une suite de cascades, citées dans tous les guides comme une curiosité de la contrée. Puisque l'usine ne marche guère que la nuit, il reste bien assez d'eau pour les amateurs de pittoresque. Mais pénétrons dans le bâtiment : nous y trouvons une belle salle claire et propre, contenant en plus des poulies horizontales et supérieures de deux turbines de 49 et 68 chevaux (*fig.* 92), une seule, mais forte dynamo. Cet accouplement se rencontre déjà quelquefois dans notre contrée, bien que trop rarement, et jusqu'à présent rien d'étonnant. Je me trouvais là au moment de la mise en marche de l'usine, et j'ai vu le contremaître soulever une trappe et découvrir un trou noir, puis tourner un bouton, et l'éclat subit de nombreuses lampes me révéla une cave... de 10 mètres de profondeur ! Une échelle en fer y plongeait, permettant d'aller graisser les trois paliers intermédiaires des longues tiges des turbines. Celles-ci sont au fond de cette écurie humide (*fig.* 93) d'où s'élancèrent peu après les chevaux hydrauliques nécessaires à tout l'éclai-

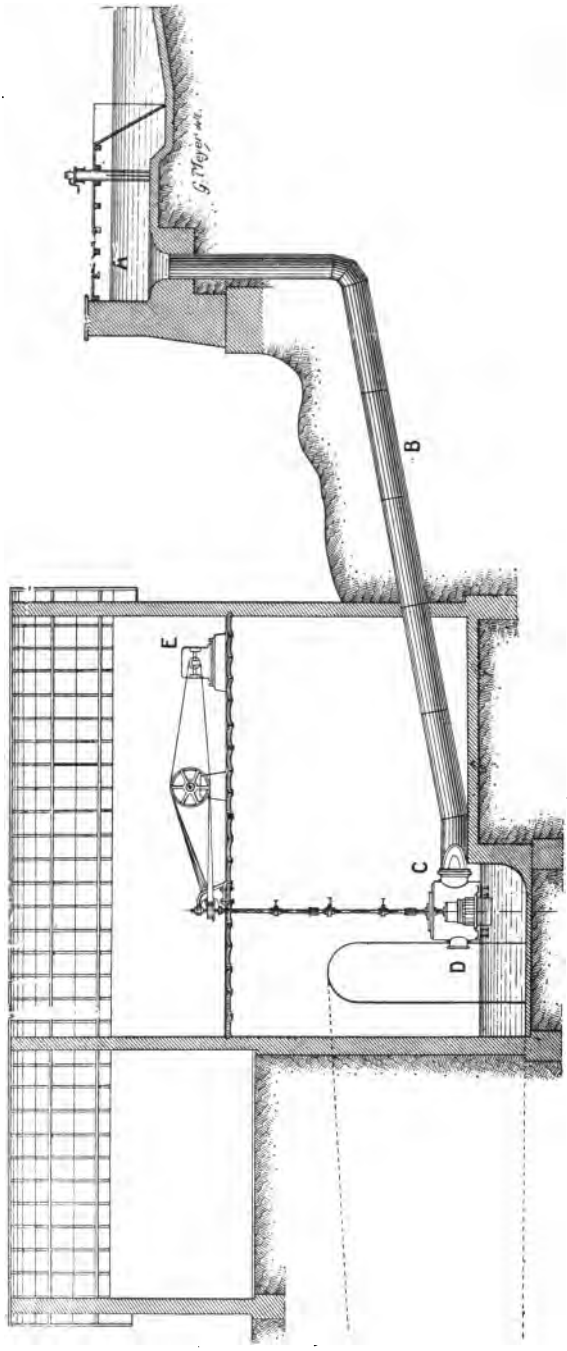


FIG. 91. — Usine hydro-électrique de Mortain (Manche); chute, 14m,50.

A, prise d'eau. — B, siphon. — C, turbines. — D, canal de fuite. — E, dynamo.

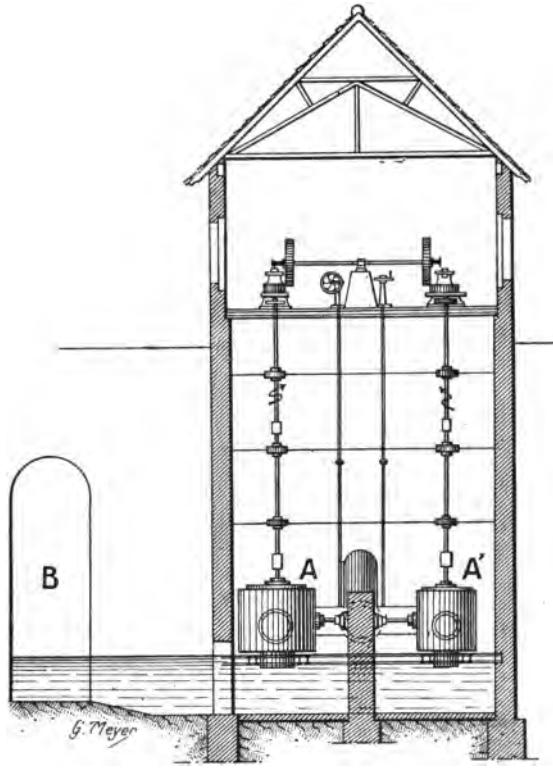


FIG. 92. — Usine hydro-électrique de Mortain (Manche).

A, turbine de 68 chevaux. — A', turbine de 49 chevaux. — Canal de fuite.

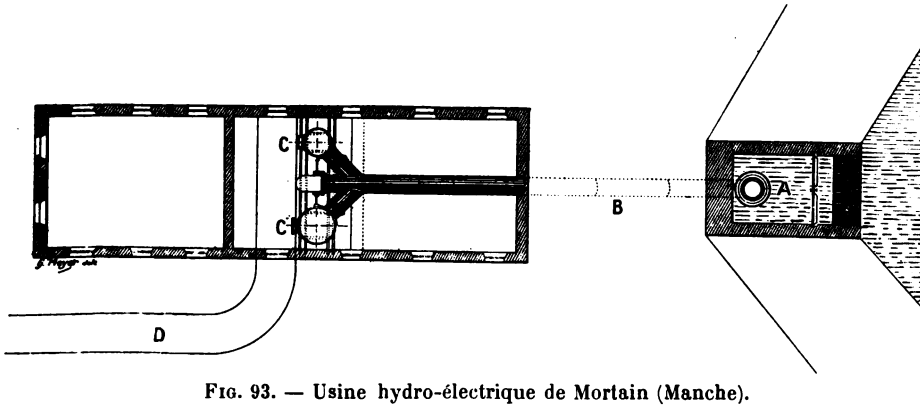


FIG. 93. — Usine hydro-électrique de Mortain (Manche).

A, prise d'eau. — B, siphon. — C et C', turbines. — D, canal de fuite.

rage de Mortain. Après avoir agi sur les turbines grâce à cette chute totale de 15 mètres, l'eau regagne la rivière par un tunnel de 12 mètres creusé dans le rocher. Aucune machine à vapeur, et la laide cheminée subsistante n'est donc plus là que pour déparer le paysage. N'est-ce pas un cas de revanche de la houille verte sur le charbon? Ne manquant jamais d'eau, un groupe assez faible d'accumulateurs pare aux arrêts momentanés ou entre en service pour la fin de la nuit. L'usage de l'éclairage électrique est des plus répandus depuis sept ans chez les habitants de Mortain, qui

Fig. 94. — L'usine hydro-électrique de Ducey; chute, sur la Selune, de 1m,50 (Manche).

allument environ de 1.000 à 1.500 lampes (y compris celles d'un grand séminaire), auxquelles il convient d'ajouter encore les 60 lampes de l'éclairage public ; encore distribution à 3 fils et 120 volts sur chaque pont.

3° **Ducey,** chef-lieu de canton de 1.800 habitants, jouit de l'éclairage électrique depuis sept ans (1899), et l'usine est peut-être encore plus curieuse, car nous allons y trouver pour la première fois l'application des courants triphasés et des hauts voltages. Elle est située à 3km,500 de la localité et ses apparences sont encore plus modestes; c'est tout à fait le vieux petit moulin, rez-de-chaussée

très bas, et c'est aussi une roue hydraulique, type Poncelet, ayant $5^m,60$ de diamètre (*fig.* 94). La chute n'a que $1^m,50$ en basses eaux, mais la Selune offre un fort débit très constant, un écoulement régulier et une évacuation rapide des eaux d'hiver. Le courant provenant de la dynamo est à 125 volts, il traverse les bobines d'un transformateur pour s'élever à 2.000 volts et gagner presque sans déperdition, par des fils de 3 millimètres (*fig.* 95), le second transformateur situé au centre de la ville, à plus de 3 kilomètres, qui

Fig. 95. — Sortie de poste de l'usine de Ducey (Manche).

le convertit à son tour en courant inoffensif à 120 volts. Il ne reste plus qu'à le distribuer aux 28 lampes de l'éclairage municipal et aux 300 lampes des abonnés. Par précaution on n'approche de ces transformateurs que sur une estrade isolée de la terre par des supports en verre.

4° **Sourdeval,** chef-lieu de canton de 3.000 habitants. L'éclairage électrique y est tout récent, ne datant que de 1903. C'est encore un exemple de transport d'énergie plus lointain que le précédent : $5^{km},500$ et du voltage à 3.000! L'usine, dite le Moulin-Tremussel, ancienne papeterie, est située dans la commune de Brouains, sur la

rivière la Sée. On compte 31 lampes pour l'éclairage de la ville et seulement 350 pour les particuliers ; mais cette station centrale n'en est qu'à ses débuts. Ici encore ni machine à vapeur, ni accumulateurs ; l'eau qui passe, et c'est tout!

C'est en compagnie d'un groupe d'électriciens de la contrée que j'ai visité l'usine de Sourdeval, comme je l'ai dit au chapitre II. A notre arrivée, elle était en pleine activité et j'approchais pour la première fois d'un alternateur (dynamo produisant directement le courant à 3.000 volts dans le cas présent). On ne saurait trop prendre de précautions, et l'on m'engageait même à ne pas montrer les appareils du doigt, qui, semblable à un parafoudre, par un mouvement involontaire, peut faire jaillir l'étincelle mortelle.

Le surveillant lui-même, toujours sur le qui-vive, sans objet métallique sur lui, se tenait silencieux, car ce voisinage constant d'une électrocution possible rend soucieux. J'ai même appris depuis que, dans certaines contrées, on lie un des bras du surveillant contre son corps dès son entrée dans le poste, diminuant ainsi toute possibilité d'imprudence.

Un tout petit transformateur, à peine gros comme une petite caisse à chapeaux, abaissait le voltage à 110 volts pour les besoins d'éclairage de l'usine ; celle-ci n'est qu'un petit pavillon flambant neuf et surgissant des ruines d'une ancienne et importante papeterie, ruines sur lesquelles on laisse le temps accomplir son œuvre lente de démolisseur économique. La turbine est à mi-hauteur de la chute de 5 mètres et est enfermée dans une huche, travaillant en partie par aspiration.

Tout est admirablement soigné dans cette installation : pour parer à tout arrêt pouvant provenir fortuitement de la rupture d'un fil, résultant par exemple de la chute d'une branche, deux employés, l'un à l'usine, l'autre en ville, sont toujours prêts à se mettre à bicyclette, marchent aussitôt à la rencontre l'un de l'autre jusqu'à la découverte de l'accident, s'emploient à le réparer et regagnent ensuite chacun leur poste ; le service de reprendre aussitôt. Le cas s'était déjà produit une fois, et ce n'est pas surprenant si l'on songe que la route suivie durant 3 kilomètres est presque tout le temps en lacets et en forêt, ce qui augmente la difficulté pour tendre les fils et les expose à la chute des branches.

II. — GROUPE DU CENTRE

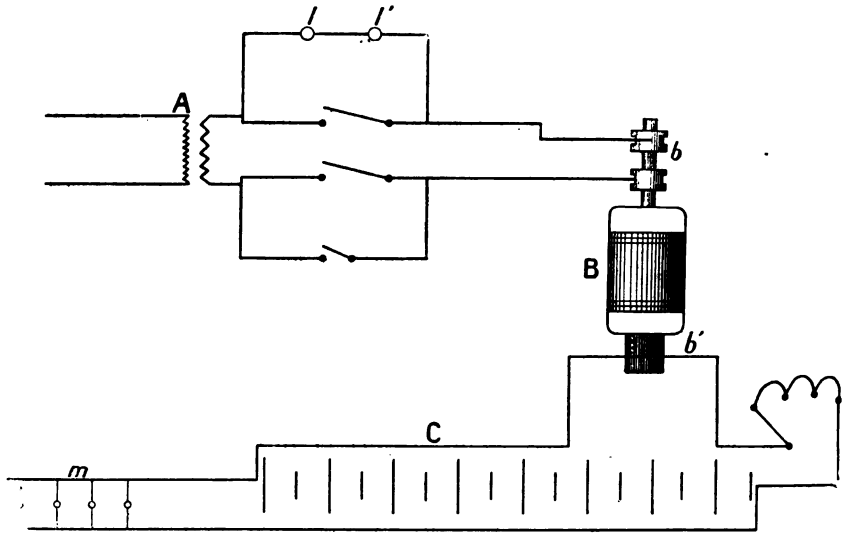
5° **Torigni-sur-Vire** (2.000 habitants, également chef-lieu de canton) va chercher depuis 1902 (donc encore une création toute récente) à $7^{km},500$ sur la Vire navigable, à l'écluse de Laroque, le courant nécessaire aux 90 lampes municipales et aux 600 lampes des abonnés. On voit que le succès ne s'est pas fait attendre et, pour

FIG. 96. — Alternateur produisant le courant alternatif à 100 volts, qui sera transformé en 5.000 volts, pour l'éclairage de Torigni, à 7 kilomètres (Manche).

ce joli petit miracle, il suffit de fils de 2 millimètres et demi! Mais le courant est à 5.000 volts, et qui s'y frotterait s'y piquerait mortellement.

Jusqu'à présent le gros volume d'eau de la Vire n'avait nécessité ni machine de secours, ni accumulateurs; cependant le nombre des lampes venant encore à augmenter, on vient tout récemment d'avoir recours aux accumulateurs, et c'est précisément ce cas des plus ingénieux que j'avais cité au début de ce chapitre. Après avoir abaissé le courant initial de 5.000 volts à 110 par un transformateur statique (*fig.* 97), on le dirige sur un transformateur rotatif

de courant alternatif en continu, c'est-à-dire une dynamo réceptrice *b*, accouplée à une dynamo génératrice *b'* et *axe à axe;* mais, la dynamo réceptrice ne prenant pas son mouvement sous l'influence du courant alternatif, il serait impossible de l'amener à la main à la vitesse voulue. On a eu recours aux accumulateurs, qui sont toujours disposés à actionner une dynamo, et c'est la future génératrice *b*, qui, sous l'action du courant continu, se met à tour-



Communiqué par M. Lecomte, Briquebec.

FIG. 97. — Schéma du transformateur pour charge d'accumulateurs, à l'usine électrique de Torigni (Manche).

A, transformateur statique du courant de 5.000 volts en 110 volts. — B, transformateur rotatif. — *b*, réceptrice du courant *alternatif* à 110 volts. — *b'*, génératrice du courant *continu* à 110 volts. — C, batterie d'accumulateurs. — *l* et *l'*, lampes témoins. — *m*, lampes sur le circuit.

ner, entraînant l'autre *b'*; lorsque la vitesse est suffisante, ce dont témoigne l'allumage des deux lampes *l* et *l'*, il n'y a plus qu'à établir le courant initial venant de l'usine de Laroque (reliée par téléphone direct), qui commence la charge des accumulateurs.

6° Bien curieuse encore cette toute récente (de l'année 1901) installation, l'*Électricité rurale* (ainsi qu'elle s'intitule elle-même), qui éclaire le fort bourg de 1.300 habitants de **Cérences,** et curieux aussi son rapide succès. Il ne s'agit cependant que d'un simple ruisseau, le Chanteloup, qui ne compte que deux usines sur son

cours; mais la chute est de 7 mètres, et l'on n'a rien négligé pour en tirer le meilleur parti : turbine de première marque, distribution à 3 fils pour atteindre le point central du bourg à 500 mètres, double batterie d'accumulateurs, enfin machine à vapeur de force égale à celle de la puissance hydraulique, tout a été établi selon les derniers progrès de la science. Aussi ne faut-il pas s'étonner de compter 50 lampes pour l'éclairage public et des écoles et même 500 lampes chez les particuliers; eu égard à la population, c'est beaucoup. Notons au passage qu'à cette usine électrique les voitures électromobiles peuvent venir demander la pitance de leurs chevaux; il serait donc possible un jour de poser la formule suivante : plus un pays est accidenté, plus facilement on trouvera l'énergie électrique nécessaire pour gravir la côte.

7° **Tessy-sur-Vire** emploie naturellement la Vire (partie navigable) et depuis 1903 seulement, mais n'a pas eu recours aux hauts voltages, l'usine hydraulique étant si bien située que la lampe la plus éloignée est à peine à 300 mètres de l'usine; bien mieux, le propriétaire et exploitant de cette station centrale, habitant à 30 mètres de l'ancien moulin, a mis chez lui les accumulateurs, surveille avec son propre éclairage celui des 36 lampes des réverbères publics et des 400 lampes (à 110 volts) des abonnés de ce chef-lieu de canton, dont l'agglomération principale compte 800 habitants (soit 1 lampe pour 2 habitants); en un an, cela s'appelle marcher vite! En faveur de la Vire, il faut ajouter qu'il n'y a aucune machine à vapeur de secours et que, dans le même établissement, deux roues font de la mouture, tandis qu'une turbine moud... de l'électricité! Tout ce travail s'accommode fort bien de la surveillance unique du garde-moulin, et, un arrêt étant survenu pour une cause fortuite à la dynamo, les accumulateurs parèrent instantanément à l'imprévu et personne ne s'aperçut de rien. Cependant, depuis, la prudence a engagé à avoir une dynamo de rechange, c'est fort sage. Il ne faut pas oublier d'ajouter que, pour utiliser pendant le jour le mouvement rapide de la turbine, on lui a confié la marche d'une scie circulaire et d'une grande scie à ruban débitant les arbres en grume.

III. — GROUPE DU NORD

8° Entre **Briquebec** et l'ancien moulin de l'Etang-Bertrand, qui est situé sur la Douves, dans la commune de l'Étang-Bertrand, il n'y a pas moins de 6 kilomètres ; donc encore voltage élevé, et il atteint 5.000 volts comme à Torigni-sur-Vire. Ces deux stations centrales dépendent, en effet, du même directeur. L'installation actuelle remonte à 1898. Cette entreprise comptait, en 1900, outre les 50 lampes de l'éclairage public de ce chef-lieu de canton de 3.600 habitants, 400 lampes chez les abonnés. Bien entendu, pour cette distribution, le courant est abaissé par un transformateur à 110 volts, comme nous l'avons vu au sujet de Ducey, au paragraphe 3 du présent chapitre.

9° Également en 1898, **Saint-Sauveur-le-Vicomte,** chef-lieu de canton de 2.500 habitants, demandait à la minoterie de Saint-Sauveur-le-Vicomte de cumuler,avec la fabrication de la farine, l'éclairage électrique de ses rues, s'élevant à 32 lampes, et celui des abonnés atteignant déjà 425 lampes ; gros débit de la Douves,bonne chute, la turbine hydraulique suffit presque à tout. Mais, comme on ne veut jamais se trouver à court, une machine à vapeur est prête à venir en aide pour les cas de sécheresse extrême ou pour les crues subites. L'usine est en ville, c'est donc du bon 110 volts ; ce cas fait exception dans la Manche.

10° Le **château de Tourlaville,** près de Cherbourg, fait remonter son installation électrique à 1883 et, *depuis vingt-trois ans*, elle n'a jamais eu le moindre accroc ! ai-je besoin d'ajouter : à la grande satisfaction de son propriétaire. La chute, distante de 25 mètres du château, est de 7 mètres sur le Trottebec et de très ancienne création ; mais cette situation, déjà très avantageuse, a encore été améliorée par un étang de réserve ; puis, par une disposition ingénieuse, un appareil hydraulique agissant automatiquement, appelé papillon, restitue au cours d'eau, au moment voulu, l'eau soigneusement emmagasinée dans l'étang. On peut atteindre ainsi le chiffre fort gentil de 140 lampes à 110 volts allumées tous les soirs, sans avoir recours même à des accumulateurs.

Deux chefs-lieux de canton encore pour compléter la carte dressée en 1904; décidément c'est... épidémique en ce département :

11° **Saint-James,** avec une population de 3.000 habitants, situé sur un confluent du Beuvron, affluent de la Sélune (groupe sud), s'est rapidement converti au progrès de l'électricité; l'établissement qui a cette entreprise depuis 1904 est un moulin à blé, dont la force hydraulique (une roue) de 34 chevaux est soutenue par une batterie d'accumulateurs. Ce courant à 220 volts alimente 50 lampes publiques et 400 chez les particuliers; quelques moteurs industriels sont en cours d'installation.

12° **Anneville-en-Saire** serait, au contraire, à classer dans le groupe nord et sur la Saire naturellement. C'est un des exemples qui ont échappé au recensement de 1900, puisque la distribution de l'électricité y fonctionne depuis 1898, et vraisemblablement parce que, l'industrie principale étant la mouture du blé, on n'a pu répondre qu'à cette première demande d'un questionnaire incomplètement rédigé, ainsi que je l'ai déjà expliqué. La population ne comptant que 580 habitants, il y a seulement : 20 lampes entre des particuliers et 3 lampes publiques en plus de l'éclairage à 110 volts du moulin. C'est bien modeste, mais toujours une preuve de plus de la possibilité des petits emplois.

On connaît le vieux dicton normand : *Pour une année où il n'y a pas de pommes...* eh bien! pour une contrée où il semblait ne pas y avoir de rivières, voilà tout de même pas mal d'eau et dont une partie au moins est fort bien utilisée.

II. — LES RESSOURCES HYDRAULIQUES DISPONIBLES

La puissance moyenne utilisable des usines hydrauliques du département de la Manche est plus difficile à préciser que celle des autres départements, à cause du très grand nombre de fort petits moulins: 1.300 et quelques. Elle serait d'environ 11.000 chevaux; sur ce chiffre 2.982 étaient utilisés en 1900. La seule rivière navi-

gable du département, la Vire, comptait pour 600 chevaux dans la force utilisable, et pour 188 dans la force utilisée. Comme motif de ces faibles utilisations, nous pouvons faire entrer en ligne de compte le peu de longueur des rivières, puisqu'un des rameaux de la ligne de partage des eaux qui traverse l'Orne de part en part se prolonge au nord jusqu'à la mer, servant en quelque sorte d'ossature à la presqu'île du Cotentin.

Les chutes y sont plus élevées que dans les départements voisins, et les hauteurs de 4 et 5 mètres ne sont pas rares. La carte porte deux cotes d'altitude assez surprenantes, surtout la seconde, dans le voisinage immédiat de la mer. Celle de 368 mètres au sud est près de Sourdeval, et celle de 179 mètres près de Cherbourg. Par contre, le centre du département est plat, marécageux même.

C'est tout particulièrement la région du Bocage (environs de Mortain) qui a valu à cette contrée fort pittoresque le surnom de *Suisse normande*, et je puis en parler en connaissance de cause. Dès l'automne 1903, je parcourais en amateur la région sud du département de la Manche (*fig.* 98), me rendant à Mortain pour visiter Saint-Hilaire-du-Harcouët et Ducey. Cela me faisait connaître d'un coup trois stations centrales d'électricité et me valait les souvenirs d'une fort belle excursion (62 kilomètres à bicyclette dans la journée) se terminant à Avranches, car comment sentir si près le mont Saint-Michel et résister à la tentation de l'admirer une fois de plus? Je puis même recommander certain point de la falaise, nommé la *Buvette*, à 4 kilomètres environ de Ducey, d'où, au coucher de soleil orangé d'une resplendissante fin de journée, on jouit sur cette incomparable baie d'une vue bien plus belle encore que celle que l'on a eue en atteignant Avranches, puisqu'on est sensiblement plus rapproché du mont Saint-Michel. Mortain, lui-même, avec ses grandes coupures de rochers, Saint-Hilaire avec son air coquet, les paysages presque alpestres de la vallée de la Sélune, méritent bien la peine que l'on a prise de les visiter.

Ajoutons, à titre de renseignements complémentaires, et pour donner une impression du caractère accidenté de la contrée, que sur les 79 kilomètres de son cours, la Sélune offre une pente totale de 140 mètres : la Sée atteint même 211 mètres sur 57 kilomètres de longueur seulement. Les états qui nous documentent sur l'utilisation des forces hydrauliques portent les dates de 1863 et 1900;

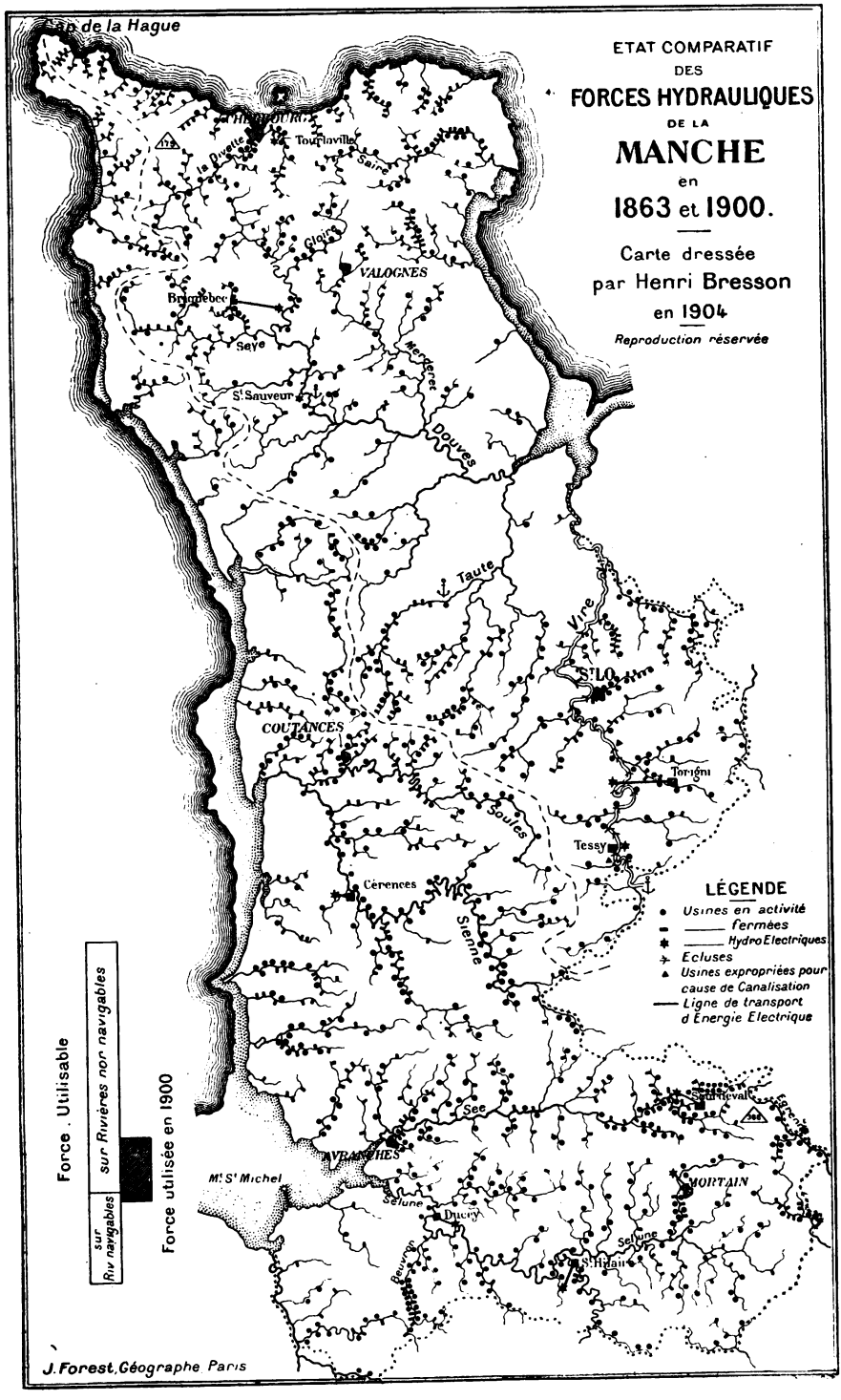

ETAT COMPARATIF
DES
FORCES HYDRAULIQUES
DE LA
MANCHE
en
1863 et 1900.
Carte dressée
par Henri Bresson
en 1904
Reproduction réservée
Cap de la Hague
Cherbourg
Tourlaville
la Divette
Saire
Gloire
VALOGNES
Bricquebec
Seve
St Sauveur
Merderet
Douves
Taute
Vire
St LO
COUTANCES
Torigni
Soules
Tessy
Cérences
Sienne
Sée
Sartilly
AVRANCHES
Mt St Michel
Selune
Ducey
MORTAIN
Selune
St Hilaire
Beuvron
LÉGENDE
Usines en activité
fermées
Hydro Electriques
Ecluses
Usines expropriées pour cause de Canalisation
Ligne de transport d'Energie Electrique
Force Utilisable
sur Riv navigables
sur Rivières non navigables
Force utilisée en 1900
J. Forest, Géographe Paris

FIG. 98.

ils donnent la répartition suivante, sur les cours d'eau non navigables ni flottables.

	1863	1900
Moulins à blé	1.122	569
Industries textiles	67	39
Papeteries	31	2
Scieries de bois	4	18
Moulins à tan	18	9
Huileries	95	3
Traitement des métaux	24	27
Divers	6	38
TOTAUX	1.367	705

Quelques conséquences sont à tirer de ces chiffres. On voit et l'on comprend cette différence excessive de 553 (donc presque moitié) pour la petite meunerie. La meule tuée par le cylindre, j'ai déjà, antérieurement, assez insisté sur ce fait et sur l'inutilité de la lutte entre le pot de terre et le pot de fer. Les papeteries sont dans le même cas ; il leur faut maintenant 100 chevaux au moins ou elles se voient obligées de fermer. L'augmentation de 14 scieries peut sans doute être attribuée aux importations des bois dits du Nord (Suède, Norvège ou Amérique) ; quant aux trois nouveaux et peu attendus établissements travaillant les métaux, il faut en rechercher la cause dans le développement pris par la coutellerie dans le Mortainais. Mais la disparition de 92 huileries avec les conséquences agricoles des modifications introduites par la suppression de ces usines dans la culture peut être expliquée, sans pour cela qu'il soit besoin d'être grand devin pour découvrir le coupable : le *pétrole !* (Tout le monde sait qu'il est d'origine étrangère.) Fait curieux et positif, c'est que, dans 46 de ces établissements, on cumulait, en 1863, la meunerie et le pilage des plantes oléagineuses, employant vraisemblablement, en vue de l'époque de l'année où l'on a besoin de plus de lumière, l'augmentation des débits grossis des eaux d'hiver, pour cette seconde opération. Fait tout aussi probable et non moins curieux, nous avons trouvé dans les départements précédents et nous trouvons également dans la Manche, nombre de fois réunis sous le même toit, le nouveau

cylindre de la minoterie et la toute récente dynamo pour l'éclairage électrique et pour les mêmes raisons : surabondance d'eau.

Relativement peu d'usines hydrauliques ont songé à s'éclairer elles-mêmes, grâce à une dynamo; on n'en compte que 20.

Pour les forces encore plus faibles, incapables des utilisations d'ordre général, je veux cependant émettre une supposition, fût-elle un peu risquée : je songe à la résurrection de l'atelier familial. N'en ai-je pas cité un exemple dans les Vosges. A cause de son originalité, je me permets encore de le rappeler ici : un cultivateur s'est créé une chute de 12 mètres, régularisée par un minuscule étang; il a forgé sa petite roue Pelton. Il a scie mécanique, tour, etc... ; il fait du meuble, car c'est l'industrie locale, quand ses prés lui laissent de longs loisirs; enfin il a même sa petite dynamo pour son éclairage électrique ! (Chap. VI, p. 50.)

Une hauteur de 12 mètres peut se trouver assez facilement dans la Manche, en réunissant 2 ou 3 chutes; mais leur réunion n'avait aucune utilité pratique avant l'introduction des turbines dans les applications hydrauliques; à l'heure actuelle, un tuyau suffit pour en permettre l'usage. Voyez alors les conséquences de ce changement de vie et d'habitudes. Prenez un ouvrier à la mine hâve des ateliers d'usine, voué aux ravages des maladies courantes, quand il échappe à la contagion du vice; transportez-le avec femme et enfants dans cette saine et vivifiante nature, au grand air, à la grande lumière, et revenez les visiter quelques années après. Cet atelier familial serait en quelque sorte la suite la plus logique du sanatorium, évitant la rechute du convalescent et aussi, dans bien des cas, certains dangers de contagion : alcoolisme et tuberculose, deux grands fléaux de la concentration à outrance! C'est ici que les *idées syndicales* trouveraient une heureuse application.

Quelques noms maintenant pour terminer, puisque nous en avons pris l'habitude : les moulins de la *Haute-Roue*, de la *Belle-Fontaine* ou des *Cuves* sont bien dénommés, et celui de la *Roche-qui-Pend* s'explique encore fort bien en cette pittoresque contrée ; une des grandes époques de l'histoire a laissé des traces avec ceux de la *Nation* et de la *République;* mais ceux de l'*Habit* et du *Chausson* manquent bien un peu de distinction. Il y a des cas où l'on ne s'est pas effrayé d'employer une même dénomination ; ainsi on ne cherchera pas loin l'un de l'autre les trois mou-

lins s'appelant : *Vivier du Haut*, *Vivier du Milieu* et *Vivier du Bas*. Pourquoi aime-t-on en Normandie le nom de *Quicampoix?* On en trouve presque autant d'exemples que de *Moulins Neufs*. Les *Moutons* ou la *Biche* évoquent l'idée du gué voisin où ces animaux viendront s'abreuver; mais appeler *Plate-Eau* une huilerie hydraulique, cela dépasse bien un peu les bornes des fantaisies admises, pas autant cependant que le nom de *Catz-de-Ça*, dont l'étymologie me paraît des plus obscures.

CHAPITRE XIX

LA HOUILLE VERTE DANS LE CALVADOS

I. — LES EXEMPLES HYDRO-ÉLECTRIQUES

Ils sont au nombre de huit et vont présenter certaines analogies, les uns avec ceux que nous venons de relever dans la Manche, les autres avec ceux que nous allons trouver dans l'Eure ; d'autres enfin seront tout à fait inédits. J'ai déjà dit qu'il y avait souvent là une *question de mode*, et le Calvados, se trouvant entre les deux départements précités, va nous offrir le cas bien curieux, à Thury-Harcourt, de l'application dans le même établissement d'une simple distribution locale à 110 volts et d'un transport à 14 kilomètres à 5.000 volts. Enfin, par l'emploi des nombreux petits moteurs industriels, Vire nous rappellera le chef-lieu de canton du Lude, décrit dans la Sarthe, et c'est par cette sous-préfecture que nous allons commencer :

1° **Vire,** sous-préfecture de 6.600 habitants, a vu l'électricité tout doucement et très adroitement s'implanter à côté de l'emploi du gaz, d'abord au centre pour l'éclairage des appartements, puis rayonner ensuite dans les faubourgs. Commençons par une visite à l'usine productrice de l'énergie électrique. Les chutes d'eau du cours accidenté de la Vire sont nombreuses en ce site pittoresque de la Normandie. Trois d'entre elles, plus voisines de la ville, furent réunies en une chute totale de 12 mètres, dont l'eau fut amenée directement sur la turbine par un tuyau de 80 mètres

de longueur; cette turbine est pourvue d'un régulateur automatique corrigeant, le jour, les irrégularités brusques produites par le démarrage des moteurs dont il sera question par la suite, car, pour l'éclairage, des accumulateurs, qui profitent également le jour de l'excédent de force, maintiennent, le soir venu, un voltage constant.

L'extension de l'éclairage électrique s'est très rapidement développée depuis 1893 (il n'y a pas moins de 9.000 lampes posées!)

Fig. 99. — Tableau avec compteur, rhéostat, plombs fusibles, pour moteur et éclairage chez un charpentier, à Vire (Calvados).

et une forte machine à vapeur de secours fut alors établie, le régime de la Vire étant assez torrentiel; mais il se passe des hivers complets sans qu'elle soit allumée pour une moyenne de 3.000 lampes en service. Puis on a été chercher une deuxième chute à 1 kilomètre en aval, sur la Virène. Cette usine, presque au confluent des deux rivières, est cependant séparée de la première par six autres usines; elle lui envoie directement tout le courant produit à 300 volts. La distribution se fait ensuite à trois fils sur deux ponts à 130 volts environ, avec deux feeders simulant un cœur, forme qui est approximativement celle de cette ville.

Je viens de dire que le gaz existait antérieurement, et il a bien

gardé l'éclairage du centre; mais, comme il ne s'était pas étendu aux faubourgs importants, l'électricité était alors libre de s'y développer et, grâce à 50 lampes, y répandait un éclairage abondant; dans Vire même, l'église principale illumine ses lustres de 250 lampes et une seconde église en compte encore 150; 500 lampes sont affec-

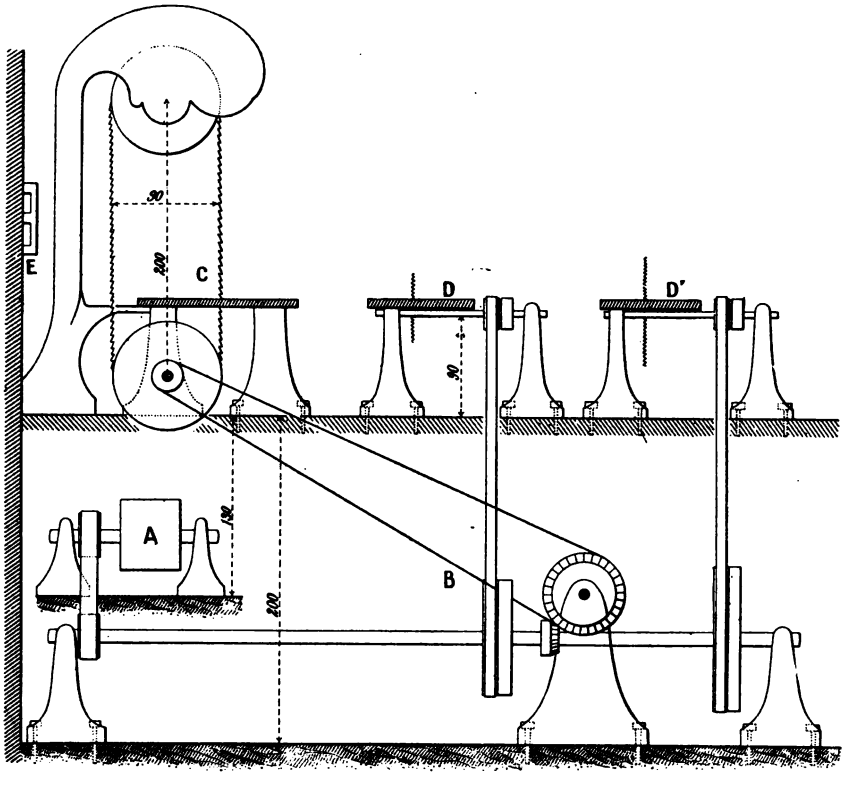
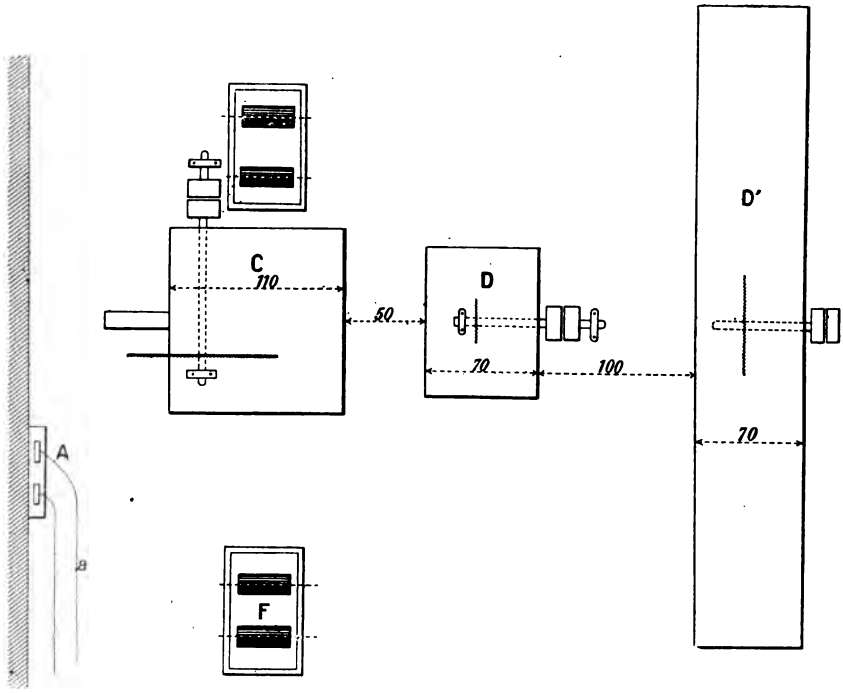


FIG. 100. — Coupe des deux étages de l'atelier de charpentier actionné par l'électricité, à Vire (Calvados).

A, réceptrice au second plan. — B, transmission. — C, scies à ruban. — D et D', petite et grande scie circulaire. — E, tableau avec rhéostat pour la mise en marche.

tées au service du collège, du séminaire et des hôpitaux; enfin, certain pensionnat atteint le chiffre de 250 lampes à lui seul.

Bien mieux, pour utiliser l'énergie du jour, on a commencé par employer, dans le voisinage de l'usine ou aux extrémités des feeders, des moteurs électriques empruntant le courant complet de deux ponts, soit 260 volts. Parmi ceux-ci, 2 de 6 chevaux servent chez un charpentier et chez un menuisier (ce dernier a même



Communiqué par M. Marie, Vire.

FIG. 101. — Plan de l'atelier de charpentier actionné par l'électricité, à Vire (Calvados).

A, tableau de mise en marche. — C, scie à ruban. — D et D', petite et grande scie circulaire F, rouleaux de soutien pour débiter. — *a*, conducteurs du transport électrique.

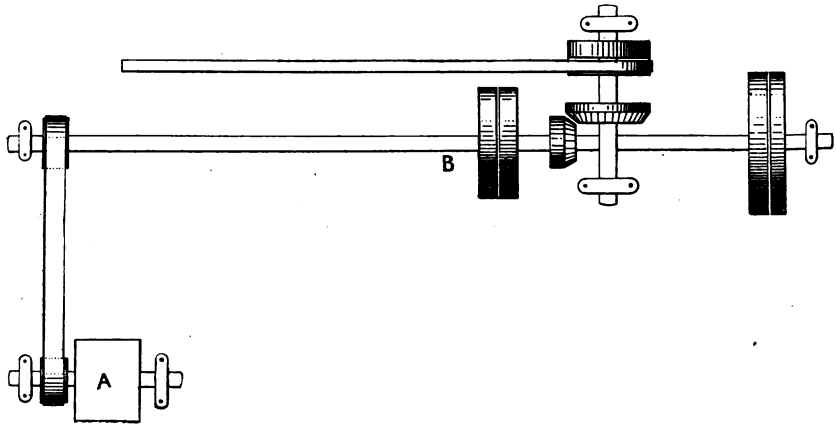


FIG. 102. — Plan du sous-sol de l'atelier de charpentier actionné par l'électricité, à Vire (Calvados).

A, réceptrice électrique. — B, transmission avec poulies folles.

dégauchisseuse et raboteuse mécaniques). Les figures 99 à 102 permettent des rapprochements intéressants, des témoignages visuels : c'est ainsi que le tableau des appareils électriques *se voit* sur la photographie et se retrouve sur les schémas. Ensuite on trouve à Vire 2 moteurs de 3 chevaux chez un carrossier et chez un fondeur de cuivre (pour actionner la soufflerie) ; les autres, de 1 cheval au moins, sont chez un imprimeur, chez deux couteliers, chez un fabricant de parapluies, dans une fabrique d'eau de Seltz, etc... ; celui du pâtissier, qui permet de battre jusqu'à 80 œufs d'un coup, n'est pas à oublier; mais le plus divertissant est celui auquel est attribué chez un pharmacien le rôle de vider une cave dans laquelle les infiltrations d'eau étaient restées réfractaires à toutes les tentatives de les faire disparaître. On comprendra qu'il était dur, surtout en été, d'épuiser l'eau un quart d'heure avant d'aller tirer un verre de cidre; au lieu de cela, *j'ai vu tourner un bouton*, le minuscule moteur et sa petite pompe rotative se mettre en marche, et un simple tuyau de caoutchouc déverser l'eau pompée sur l'évier de la cuisine. C'est simple !

2° **Environs de Vire.** — Autour de ce noyau d'électricité, les applications des emplois hydro-électriques ne pouvaient être que nombreuses et, en effet, les installations d'éclairage électrique particulières, dues en grande partie à l'initiative du directeur de la Station centrale précédente, s'élèvent au nombre de 7 et toutes dans des usines employant des chutes d'eau ; nous ne retiendrons que les cas les plus curieux et à cause des transports d'énergie tout à fait ingénieux, dont ils nous donnent l'exemple.

En 1895, trois de ces usines hydrauliques, trois filatures de laine réunies sous la même direction et se succédant sur la Virène dont il vient d'être question, prirent le parti d'établir un transport d'énergie électrique; l'usine principale se trouve entre ses deux annexes. Or, en hiver, lorsque les débits sont importants, elle est outillée de façon à utiliser toute l'énergie de son moteur hydraulique et même plus, tandis que ses voisines disposent alors d'un excédent de force motrice dont elles n'ont pas l'emploi. Que faire? Perdre de l'eau d'un côté et dépenser du charbon de l'autre? C'est de mauvaise besogne ; l'électricité était toute disposée à arranger les choses au mieux ; des fils de cuivre partent des usines extrêmes

et, traversés par le courant des dynamos installées dans les deux annexes, apportent leur excédent d'énergie inutilisée à l'usine centrale. Cependant, à l'époque des basses eaux d'été, les trois usines se trouvent un peu à court ; il eût donc fallu établir finalement à chacune d'elles une machine à vapeur de secours et ses *impedimenta*, y compris un chauffeur. Mais fils et dynamos ne sont-ils pas restés en place ? A l'usine centrale existait une machine à vapeur puissante, établie comme partout, au-delà des besoins prévus ; elle va donc à son tour actionner sa propre dynamo qui, de réceptrice de force, deviendra génératrice ; le courant rebroussera chemin, et ce seront à leur tour les deux annexes qui recevront, par leurs dynamos, les chevaux de renfort attendus. N'est-ce pas merveilleux ! (Désigné aux tables comme *Usine Jussaud.*)

Nous pouvons donc, en présence de ce résultat, répéter les paroles si clairvoyantes de M. Paul Leroy-Beaulieu, dans *l'Économiste français* du 2 mars 1901 : « Il est probable que la souplesse « extrême de l'électricité, la facilité avec laquelle elle se prête à la « division et à la distribution de la force, tendront à faire *renaître* « *la petite industrie.....* » En plus de la division et de la distribution, cette souplesse va donc, pour ainsi dire, jusqu'à la reconstitution de la force complète, évitant un gaspillage malencontreux.

Passons au second cas : on représente volontiers le *Normand coiffé, comme Janeton, d'un simple bonnet de coton ;* cette industrie devait donc être florissante dans la contrée, et deux chutes réunies encore par l'électricité dans un même établissement s'adonnent à la bonneterie en général. Mais, dans le cas précédent et comme dans la région, l'eau est quelquefois trop juste en été, surtout au commencement de l'automne, lorsque, les jours étant déjà courts, l'eau fait encore défaut. Car, dans le cas présent, on emploie l'électricité non seulement à l'éclairage, mais encore au chauffage de dix fers à repasser (résultat obtenu cependant avec de l'eau froide de la chute), puisqu'il n'y a là aucune machine à vapeur. Ces fers sont destinés à donner un apprêt, pour employer le mot du métier, aux bas, gilets, chaussettes qui font partie du travail de bonneterie. Les accumulateurs étaient donc bien commodes et rendent de bons services. Mais, autre détail à noter, si, pour une cause ou pour une autre, tel coup de feu d'une commande, une extrême disette d'eau font craindre de voir les accumulateurs

descendre au-dessous d'une limite de décharge qu'ils ne doivent jamais dépasser sous peine d'être gravement compromis, le bon courant réconfortant arrivera de la station centrale de Vire que nous venons de visiter et qui est montée pour le prodiguer en tout temps. Ainsi toute la puissance de la chute d'eau de la bonneterie est fort bien utilisée et l'on a évité l'installation coûteuse d'une machine à vapeur et de son entretien.

Ne quittons pas cette terre promise de l'Électricité, sans ajouter que sur 21 chutes utilisées actuellement sur les 25 du seul territoire de Vire et de ses faubourgs (toutes sur la Vire et la Virène) 19 emploient des turbines. Deux simples roues suffisent pour produire de l'électricité parmi les établissements qui sont éclairés, au nombre de 7, grâce à une dynamo.

3° **Pontfarcy.** — L'électricité, comme les bonnes fées des temps jadis, se déguise aussi volontiers en modeste paysanne qu'en riche princesse, pour passer d'une agglomération de 6.600 habitants dans une autre de 400; il peut paraître étonnant d'y trouver la lampe électrique d'un usage tout aussi répandu, et ceci depuis 1903. C'est cependant le cas de la commune qui nous occupe, à 17 kilomètres de Vire.

La force hydraulique est tout aussi modeste que la localité; 19 chevaux seulement sur un petit affluent de la Vire, le ruisseau de Gouvets, mais donnant bien du collier, car, le jour, ils sont fort bien utilisés dans un moulin à blé et, le soir venu, à l'éclairage des 14 lampes à 110 volts de la municipalité, auxquelles viennent s'ajouter 350 lampes pour les particuliers. Ces braves chevaux hydrauliques ont du reste comme appui un bon poste d'accumulateurs bien nécessaire, puisque, pour les grandes cérémonies, on allume jusqu'à 200 lampes de 5 bougies dans l'unique église paroissiale. C'est un fort grand luxe pour un si petit endroit.

4° On sait que **Mézidon** est un point important de transit de la ligne des chemins de fer de l'Ouest, bifurcation à laquelle aboutit une ligne transversale aux trois grandes artères Paris à Cherbourg, à Granville ou vers la Bretagne, et qui se termine au Mans. Ce chef-lieu de canton, voisin de Caen, joue un certain rôle dans la contrée par les exportations en Angleterre des produits agricoles de la

région, ou facilite l'importation des matières premières qui alimentent les filatures et les tréfileries de la contrée; voisin encore de Lisieux et de toutes les plages que desservent, l'été, de nombreux express, Mézidon devait avoir un important dépôt de locomotives pour lesquelles l'eau de bonne qualité est une nécessité. Un premier réservoir alimenté par une locomobile et un puits ne tardèrent pas à devenir insuffisants. On eut alors la bonne fortune de trouver, à 1.800 mètres de la gare, une force hydraulique disponible ayant actionné l'ancienne tréfilerie de Mézidon, fermée depuis environ vingt-cinq années. Le propriétaire du barrage n'eut qu'à remettre en service une bonne turbine de 24 chevaux sur la Dives. Mais, une fois les réservoirs pleins, — et rien n'empêchait de choisir les heures les plus commodes pour les remplir, — il eut l'heureuse inspiration de chercher un autre emploi pour l'excédent de force inutilisée et de donner le choix à la production de l'électricité pour l'éclairage. C'est donc un des rares cas où le chemin de fer aura provoqué la rentrée en activité d'une force hydraulique.

Ce chef-lieu de canton ne comptant que 1.200 habitants, 35 lampes suffisent pour l'éclairage public, qui commençait en 1895; mais petit à petit on arrivait à y ajouter 270 lampes chez les abonnés, car, lorsqu'on voit les avantages de la lumière électrique, la tentation est toujours grande. Vu la distance de 2 kilomètres de la lampe la plus éloignée à l'usine, on a eu recours à la distribution à 3 fils et à 125 volts, sauf pour le voisinage immédiat de l'usine (Voir chap. IX, p. 95). Pas d'accumulateurs, mais, pour secours et parer à l'imprévu, un moteur à pétrole de 18 chevaux, fait intéressant à noter au passage, car il faut faire remarquer que cet auxiliaire, nécessaire ici comme ailleurs, pour traverser sans difficulté les pénuries d'eau de l'été ou, du moins, des étés secs, se détériore bien moins que les machines à vapeur, quand on le laisse longtemps sans s'en servir et entre plus rapidement en marche que la machine à vapeur.

5° **Falaise,** une autre sous-préfecture du Calvados, devrait beaucoup mieux figurer dans un inventaire de l'industrie électrique attribué à la houille noire, puisque la plus grande partie de l'énergie produite à l'ancien moulin Dalibon, à 600 mètres de la ville,

est fournie par une importante machine à vapeur de 150 chevaux. On peut même être étonné de constater que l'usine productrice d'électricité soit venue se fixer là, mais c'est qu'outre un local favorable et économique elle trouve, dans le faible cours de l'Ante, l'alimentation en eau de sa chaudière qui lui eût fait défaut sur l'éminence dominée par le vieux château de Guillaume le Conquérant, centre de la ville. Si le débit de cette rivière se ressent du voisinage de sa source, les chutes sont assez élevées sur son cours, et l'ancienne filature en utilisait une de $4^{m},70$. Il était donc tout indiqué de placer là une petite turbine et de lui confier une dynamo à entraîner; celle-ci, presque perdue au milieu de la grande salle des accumulateurs, s'acquitte fort bien de sa tâche depuis 1896, chargeant jour et nuit, sans interruption, une des batteries.

Comme à Domfront, etc..., où la distribution est à 3 fils, il fallait une seconde batterie d'accumulateurs à 110 volts comme la première, et c'est à un autre petit moulin dénommé Saint-Laurent, à 400 mètres immédiatement en aval du premier, que l'on demandait ce service. Le site est pittoresque en cet endroit : l'Ante tombe d'une hauteur de 4 mètres sur une paroi de rocher, tout enfermée entre les maisons voisines. On y établissait, en 1900, un siphon, une deuxième petite turbine et une deuxième dynamo; aucune surveillance continuelle n'est même nécessaire, et, en passant, on jette de temps à autre un coup d'œil, laissant tourner continuellement petite turbine et petite dynamo, car cet ancien modeste moulin est sur le chemin de la ville. N'est-ce pas aussi original que pratique?

Toutefois, les habitants de Falaise ont mieux à montrer que le résultat assez mince des deux chutes d'eau de l'Ante. On connaît l'histoire du légendaire bourgeois : *Gars de Falaise, ta lanterne? — La v'là!* Aujourd'hui, plus modernisé, il vous répondrait : voyez ces 4.000 lampes électriques dont l'installation remonte à 1892 et donnez-vous la peine de visiter nos moteurs. En effet, ils sont pour l'instant au nombre de sept, et leur énumération offre encore un réel intérêt : le premier, chez un coutelier, date de 1899; ce moteur remplaçait alors les deux bourriques condamnées à tourner dans un manège, et le nouveau cheval et demi..... lâché dans la dynamo réceptrice se mettait à y tourner comme des écureuils dans une cage, mais il est moins encombrant et toujours plus dispos que les

deux anciennes bêtes. Deux boulangers emploient environ chacun un cheval pour leur pétrin mécanique; 2 moteurs plus faibles actionnent des appareils à eaux gazeuses; 2 autres enfin, pour une pompe à eau et, chez un armurier, pour sertir les cartouches, prennent également du courant électrique.

6° **Orbec** n'est qu'un fort chef-lieu de canton, dans lequel le gaz était établi depuis plusieurs années, lorsque, en 1902, on manifesta un vif désir de l'établissement de l'électricité. Pour y décider la société concessionnaire de l'usine à gaz, la municipalité mit à sa disposition une petite force hydraulique employée le jour dans une scierie; le courant ainsi produit de sept heures du soir à sept heures du matin est envoyé dans une batterie d'accumulateurs, et, comme il n'est pas toujours suffisant, un moteur à gaz, à l'usine même, commandant une autre dynamo, complète la charge. La distribution est à 3 fils et à 110 volts sur chaque pont, pour environ 100 lampes de l'éclairage public et une trentaine d'abonnés qui se partagent 250 lampes. N'oublions pas un moteur électrique à l'usine même, pour le calibrage du coke.

Et maintenant, pour terminer la houille verte dans le Calvados, le... bouquet!

7° Avec **Thury-Harcourt,** nous allons trouver une station centrale d'électricité *double*. Lorsque j'y étais venu pour la première fois en l'année 1902, elle se composait d'une bonne roue Sagebien, utilisant le courant de l'Orne, pouvant donner 30 chevaux; cette roue de 2 mètres de largeur, par un système un peu encombrant de poulies et courroies, conduisait 2 dynamos donnant du courant à 110 volts; batterie d'accumulateurs et distribution à 3 fils pour l'éclairage public et particulier (*fig.* 103).

L'installation datait déjà de douze ans; l'essai d'un seul moteur en ville avait été très heureux.

En 1904, donc deux ans après, j'en trouvais déjà 6 : 3 dans des beurreries, entre 3 et 12 chevaux, actionnant écrémeuses, barattes, malaxeurs; 2 dans un petit atelier bien original, pour une scie circulaire, un tour, et donnant encore le mouvement à une machine, de provenance américaine, faisant le tire-bouchon à bon marché, en fil d'acier, du genre de ceux que l'on trouve, par exemple, dans

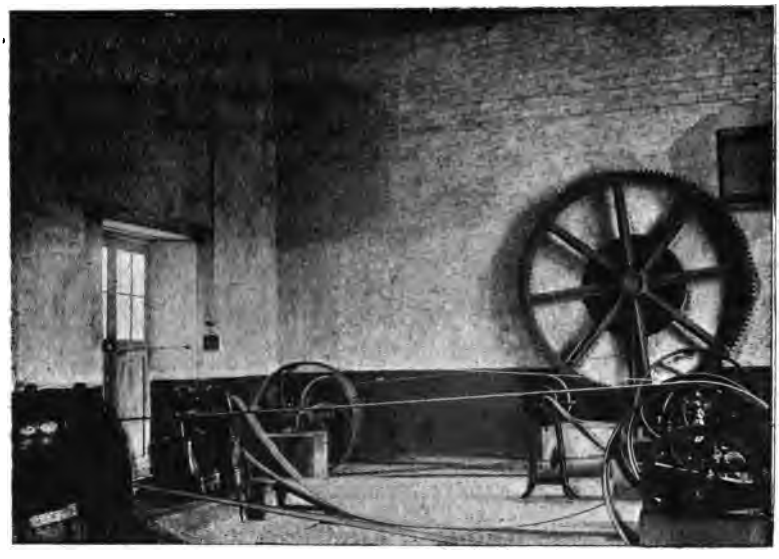


FIG. 103. — Intérieur de l'usine hydro-électrique de Thury-Harcourt (Calvados). État en 1902 [vue prise dans le sens de la flèche *f* (*fig.* 106)].

FIG. 104. — Intérieur de l'usine hydro-électrique de Thury-Harcourt. État en 1904. — Dynamo à 4 pôles et transmission simplifiée [vue prise dans le sens de la flèche *f'* (*fig.* 106)].

les paniers de provisions des chemins de fer (cette machine peut livrer jusqu'à 5.000 tire-bouchons par jour); dans d'autres cas, elle enroule le fil d'acier sur la tête en bois du tire-bouchon et livre le tout prêt pour l'expédition. Enfin un dernier moteur actionne encore à Thury-Harcourt un pétrin mécanique chez un boulanger. L'éclairage comporte actuellement 40 lampes dans les réverbères publics et 230 chez les particuliers.

Puis une autre transformation s'était produite dans l'usine même,

Fig. 105. — L'alternateur produisant le courant à 5.000 volts pour Aunay-sur-Odon, à 14 kilomètres de l'usine de Thury-Harcourt (Calvados).

ainsi qu'en témoigne la figure 104 : une dynamo à 4 pôles avait remplacé les deux anciennes, et l'on avait gagné ainsi assez de place dans l'usine même, pour permettre un dédoublement curieux qui fait l'objet du paragraphe suivant. La figure 106 indique même d'où sont prises les photographies (*fig.* 103 et 104).

8° Ayant débuté en 1883, cette usine avait déjà un bon actif; mais le débit de l'Orne permettait mieux et, grâce au caractère entreprenant du directeur de cette usine, un second coursier recevait une nouvelle roue du même genre que la première (*fig.* 107), un peu plus forte même, 35 chevaux; à celle-ci, il confiait, en 1904,

la conduite d'un alternateur à 5.000 volts (*fig.* 105); il plantait 235 poteaux sur une route presque en ligne droite et, à l'aide d'un transformateur abaissant le courant à 120 volts, installé tout bonnement dans le grenier des halles, **Aunay-sur-Odon,** autre chef-

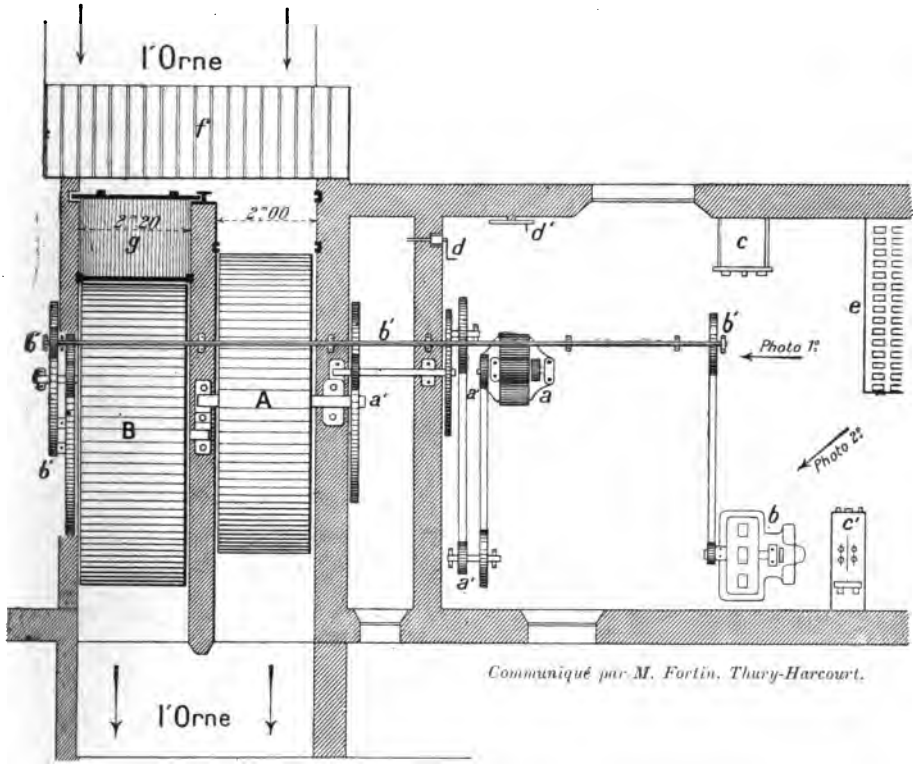


FIG. 106. — Usine électrique de Thury-Harcourt et de Aunay-sur-Odon (Calvados).

A, roue de Thury-Harcourt. — B, roue de Aunay-sur-Odon (toutes deux 3 1/2 tours par minute). — *a*, dynamo à 4 pôles de Thury-Harcourt, 450 tours par minute. — *a'a'a'*, transmission pour Thury-Harcourt. — *b*, alternateur monophasé de Aunay-sur-Odon (1.000 tours par minute). — *b'b'b'*, transmission pour Aunay-sur-Odon. — *c*, tableau de Thury-Harcourt. — *c'*, tableau de Aunay-sur-Odon. — *d*, vannage de Thury-Harcourt. — *d'*, vannage de Aunay-sur Odon. — *e*, accumulateurs. — *f*, passerelle. — *g*, grille.

lieu de canton à 14 kilomètres de Thury-Harcourt, jouit depuis 1904 des bienfaits de l'éclairage électrique. Le succès arrivait dès le début, puisque l'on compte 32 lampes pour les rues et 150 chez les abonnés.

Ce dédoublement de l'usine hydro-électrique n'apporte-t-il pas la preuve la plus concluante de ce que j'avais avancé au début de cet ouvrage, en faisant remarquer l'heureuse relation entre l'importance

des débits et la longueur des nuits. En effet, on est arrivé ici à atteindre presque absolument le maximum de la force utilisable et, en tout cas, sensiblement plus que dans toute autre industrie.

Nous ne pouvons quitter cette pittoresque petite ville de Thury-Harcourt sans rendre visite à une des plus importantes beurreries, puisque sa production atteint parfois 2 tonnes par jour, le tout étant presque entièrement exporté en Angleterre. Elle employait auparavant un des moteurs signalés plus haut; mais, comme le courant cesse d'être distribué aux moteurs quand l'éclairage commence,

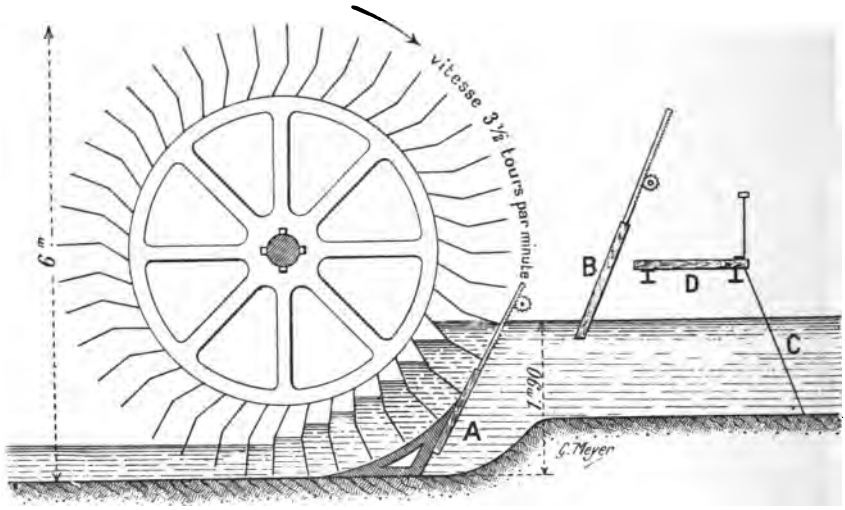


FIG. 107. — Une des deux roues Sagebien de Thury-Harcourt (Calvados) faisant 3 1/2 tours par minute.

A, vanne plongeante. — B, vanne de garde. — C, grille. — D, passerelle.

notre beurrerie se trouvait exposée à un arrêt dans un travail qui n'en supporte pas. Que fit-elle? Elle utilisait déjà pour ses appareils frigorifiques une petite force hydraulique sur le Vieux-Honnier, très modeste affluent de l'Orne; une dynamo y fut installée, une canalisation de 100 mètres établie et, par la manœuvre d'un simple commutateur, le courant bienfaisant se substituait à celui qui faisait défaut, ou plutôt qui brillait alors dans les lampes. A quelles combinaisons l'électricité ne se prête-t-elle pas, quand on a une chute d'eau à sa portée!

Je n'ai jusqu'à présent fait entrer aucun projet dans cette étude. Mais le suivant offre des garanties telles d'exécution prochaine qu'il

m'est presque impossible de le taire. Il s'agit encore de Thury-Harcourt : le directeur de cette station centrale, confiant dans le débit de l'Orne et jugeant que son alternateur à 5.000 volts n'atteignait pas du côté de Aunay-sur-Odon la charge qu'il pouvait lui

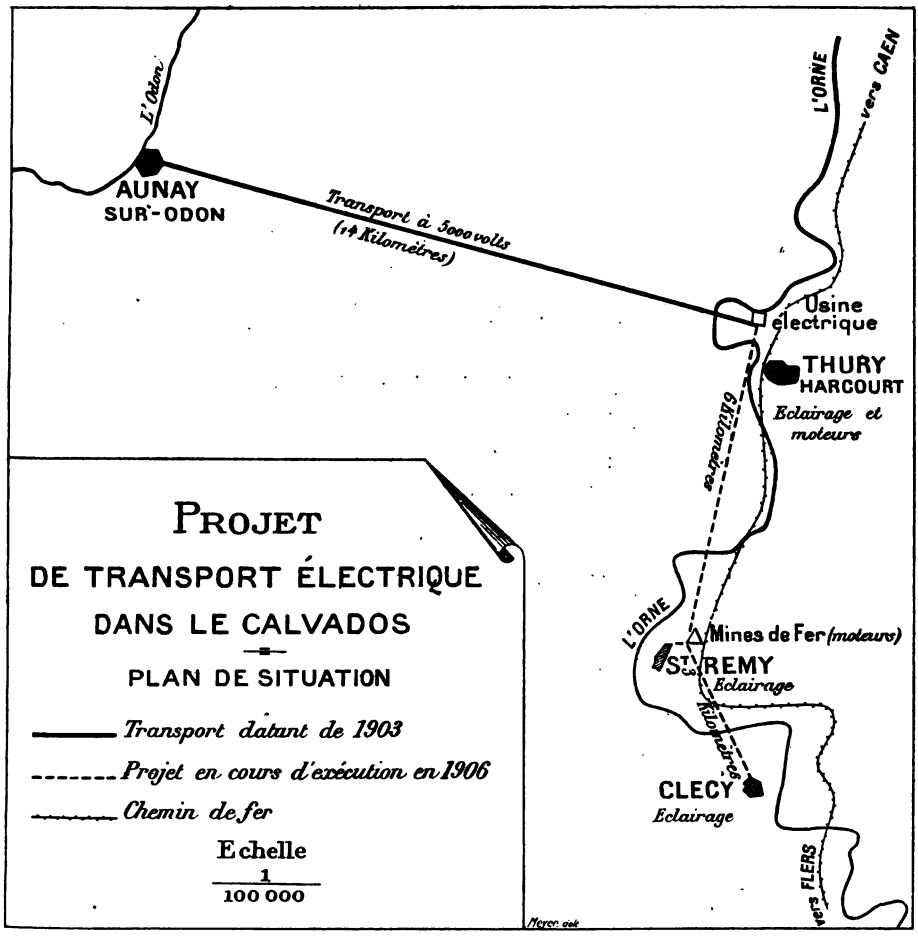


FIG. 108. — Plan de situation du développement progressif de la station centrale de Thury-Harcourt Calvados).

demander, s'est dit que ce qui avait réussi au nord pouvait également réussir au sud. Les 5 kilomètres de ligne pour atteindre Saint-Rémy et Clécy semblaient un enfantillage à côté des 14 kilomètres précédents, et les... travaux sont commencés. Le plan (*fig.* 108) expliquera cette situation.

Toutefois, comme toute chose a une limite qu'il faut savoir ne pas dépasser, il entre cette fois-ci dans les projets du directeur de s'assurer le secours d'une machine à vapeur. Mais alors sa confiance en l'œuvre augmente en proportion, et le voici en pourparlers pour des moteurs à établir pour treuils et pompes dans les mines de fer de Saint-Rémy. De plus en plus fort, ses chevaux hydrauliques iront, à 5 kilomètres de distance, remplacer les pauvres bêtes qui sortent des mines de fer sur un Decauville les wagonnets chargés de minerais. Je regrette que le cadre de cette étude m'arrête au seuil de ces mines de fer que j'ai aussi visitées. Exploitées plus activement depuis une dizaine d'années, grâce à la ligne de chemin de fer de Flers à Caen, ces mines envoient leurs produits se faire traiter presque entièrement dans les bassins houillers du Nord ; le minerai, recherché pour sa finesse, est destiné aux aciers de premier choix et souvent aux armes de guerre.

J'avais connu avant sa réalisation le projet de Aunay-sur-Odon ; je ne doute pas plus de l'exécution de celui-ci. Il ne manque donc à cet intéressant centre de distribution que des emplois agricoles ; espérons que ceux-ci viendront à leur tour, des pourparlers ayant été aussi engagés dans cette voie pour de grosses fermes à proximité de la ligne de Aunay-sur-Odon. Nous devons encore faire remarquer que plusieurs barrages de puissance semblable sont voisins sur cette rivière de l'Orne et sans emploi à l'heure actuelle. Le côté pittoresque de cette vallée, qui rappelle par plusieurs côtés celle de la Vire, est visible dans la figure 17 que nous avons reproduite (chap. IV, p. 31).

Une seule adjonction à faire à la carte (*fig.* 109), mais cette carte fut dressée en 1905, et j'ai déjà dit que, pour les emplois hydro-électriques, j'avais pu, grâce à des documents certains, tenir à jour leur statistique :

9° Le **château de Saint-André,** commune du même nom, utilise depuis 1901 une faible partie du gros débit de l'Orne, sous une chute de *60 centimètres* (on sent le voisinage de la plaine de Caen). C'est tout simplement l'ancienne roue qui, par l'intermédiaire d'une dynamo à 110 volts, assure sans grande difficulté le service de 50 lampes.

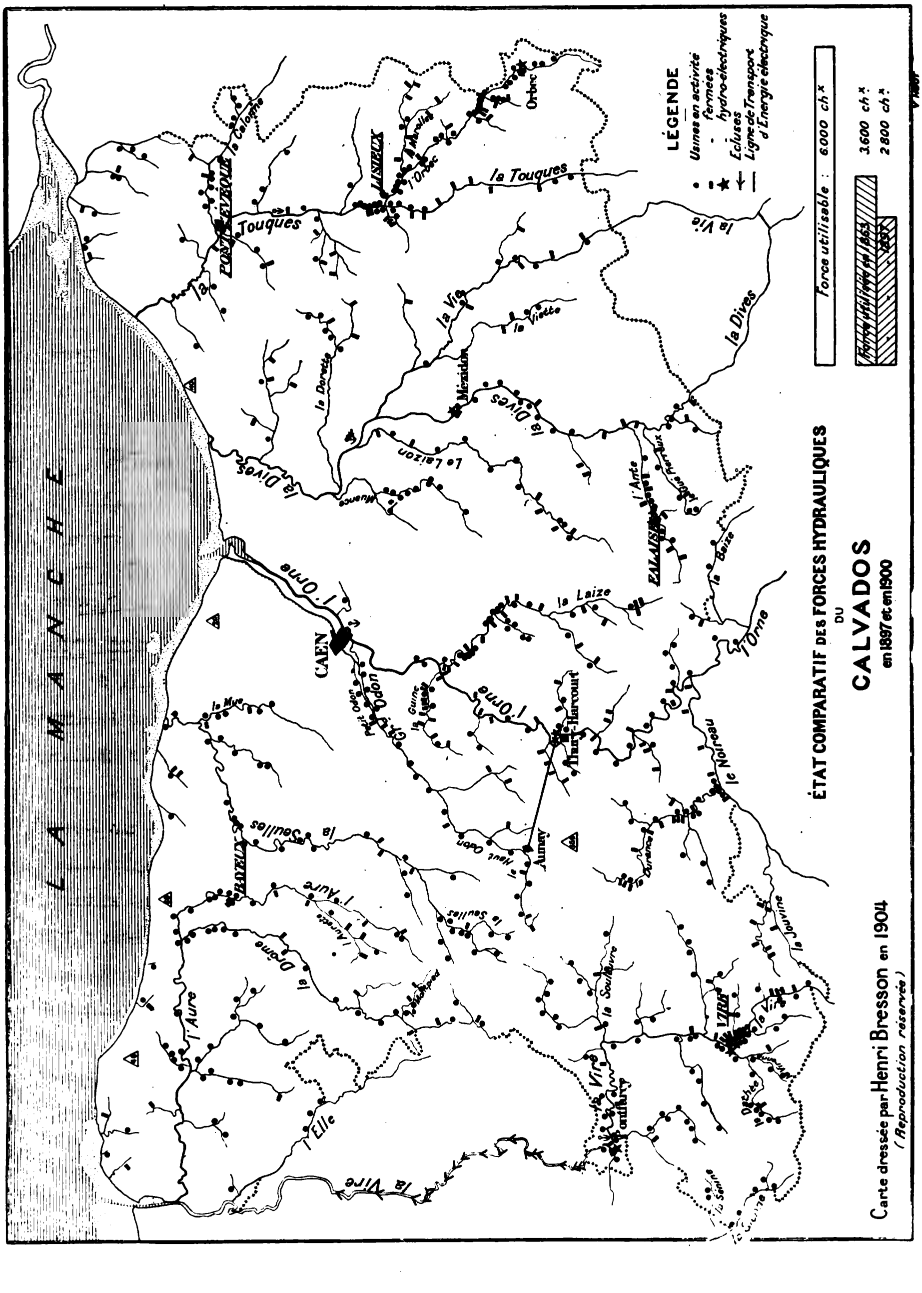

ÉTAT COMPARATIF DES FORCES HYDRAULIQUES
DU
CALVADOS
en 1897 et en 1900
LÉGENDE
Usines en activité
fermées
hydro-électriques
Écluses
Ligne de Transport d'Énergie électrique
Force utilisable : 6.000 ch^x
3.600 ch^x
2800 ch^x
Carte dressée par Henri Bresson en 1904
(Reproduction réservée)
LA MANCHE
CAEN
LISIEUX
BAYEUX
FALAISE
VIRE
Orbec
Aunay
la Touques
la Dives
l'Orne
la Vire
la Seulles
l'Aure
la Drôme
l'Elle
la Vie
la Laize
le Noireau

FIG. 109.

II. — LES RESSOURCES DISPONIBLES

Constatons tout d'abord une analogie entre ce département et celui de la Mayenne qui lui fait pendant au sud, de l'autre côté du département de l'Orne. Le Calvados fut même appelé au début : département de l'Orne-Inférieure. Cette rivière ne peut avoir les mêmes prétentions que la Mayenne et, si elle est aussi navigable dans son cours inférieur, à partir de Caen, c'est sans aucune écluse ; le voisinage de la mer éloignait même, semble-t-il, toute idée d'emplois hydrauliques pour ce département. En joignant à la puissance de l'Orne celle des autres rivières de ce bassin côtier, on trouve une force moyenne utilisable de 9.500 chevaux ; contrairement au département de la Mayenne encore, ils sont tous sur les cours d'eau non navigables, sauf pour une usine. On croira facilement que, malgré certaines difficultés de statistique, que je vais signaler à la fin de ce chapitre, je n'ai pas eu de mal à..... la découvrir !

A part l'Eure-et-Loir, c'est donc le département de la région qui nous occupe, le plus faible au point de vue de la puissance totale des barrages. Nous en trouverons le motif plausible dans un aperçu rapide de la composition géologique du sol, puisque c'est le tapis sur lequel s'épandent les cours d'eau qui sont très différemment influencés selon cette composition ; on doit à cet égard diviser le Calvados en trois régions : la première, entre l'Eure et la Dives, à l'est, présente des plateaux crayeux, coupés par de profondes vallées argileuses, c'est le pays d'Auge, et les affluents des rivières principales seront plus rares, à part quelques eaux courantes, abondantes et limpides, telles les sources qui donnent naissance à la Calonne et à l'Orbec. La deuxième région embrasse la plaine de Caen, où domine le calcaire ; le pays est peu accidenté, peu de vallées, point de chutes ; l'Orne seule y déroule ses lacets dans de riches prairies. Tout au contraire, la partie ouest du département, connue sous le nom de *Bocage*, emprunte son caractère particulier aux granits, grès rouges, schistes, d'où émergent jusqu'à la surface du sol de grands rochers dans lesquels les cours d'eau ont fini par s'ouvrir des passages ; c'est là aussi que nous relevons les chutes d'eau les plus élevées.

On remarquera encore que le cours de l'Aure obéit bien, au début, à l'inclinaison générale du sol, sud-nord; mais, rencontrant sur sa route des falaises élevées, il n'a pu percer jusqu'à la mer, a pris son parti d'obliquer à gauche, et, longeant un certain temps la côte, de rejoindre l'estuaire de la Vire. Celle-ci, du reste, a éprouvé les mêmes difficultés à creuser son lit : les contreforts du mont Pinçon, dans le voisinage de Thury-Harcourt, à l'altitude de 359 mètres et point le plus élevé du département, sont sans doute le motif de ce changement de direction, et j'ai cru intéressant de rappeler sur la carte (*fig.* 109) les nombreuses écluses de la Vire navigable, bien qu'étant dans le département de la Manche. Elles sont appelées à racheter, pour ainsi dire, le phénomène dont la cause est dans le Calvados, la Vire devant de ce fait gagner la mer sur une plus courte étendue. On trouve encore là une confirmation des motifs invoqués précédemment de ne pas se borner à l'étude abstraite d'un seul département.

Il est temps de considérer les bases sur lesquelles est établie la carte ci-dessus : les usines fermées, en activité, ou hydro-électriques, sont groupées par communes le long des cours d'eau au lieu d'être dans leur ordre de succession; je n'ai pu arriver à une interprétation aussi exacte que de coutume des emplacements mêmes des chutes d'eau, par suite de l'absence des noms des usines sur les documents à consulter pour l'année 1900. Ce recensement était nominatif et individuel et, d'un autre côté, le propriétaire ou exploitant d'une force hydraulique peut changer. Les comparaisons exactes deviennent impossibles entre ce recensement uniquement nominatif et les deux précédents en date qui ne portent que des noms d'usines; ces noms, du moins, sont immuables. Dans les départements précédents, on avait remédié spontanément à cette lacune. Toutefois les signes conventionnels sont restés les mêmes que dans mes cartes précédentes, et l'aspect général ne saurait en être que très faiblement altéré; car, en effet, dans le Calvados, 246 communes n'ont qu'une usine hydraulique; ici le doute n'est pas permis; 22 en ont 2; 47 en ont 3, 4 ou 5; et 6 seulement dépassent 6; parmi celles-ci, la commune de Vire l'emporte encore avec 21 chutes d'eau utilisées, comme on l'a vu page 211.

Les trois recensements dont il vient d'être question, aux dates de 1863, 1897 et 1900, permettent cependant de fixer le plus claire-

ment possible les utilisations sous la forme du petit tableau ci-après.

Disons encore que cette omission des noms des usines hydrauliques dans la statistique de 1900 a eu pour résultat de m'empêcher de donner pour ce département, ainsi que pour celui de l'Eure qui se trouve dans le même cas, un chiffre exact des forces utilisées. En effet, je n'ai pu distinguer dans une même commune les usines en activité de celles qui étaient en chômage, tandis que je pouvais affirmer tout de même la proportion des usines fermées ou en activité *dans cette même commune*. Or la consistance d'une usine peut être très variable entre deux usines consécutives sur une même rivière (différence de hauteur de chute, proportion inégale du canal d'amenée). Les chiffres des forces utilisées à ces diverses époques n'auraient été que très approximatifs.

	1863	1897	1900
Moulins à blé	577	436	316
Industries textiles	139	93	28
Papeteries	14	8	3
Scieries de bois	5	26	22
Moulins à tan	16	31	23
Huileries	37	11	»
Divers	67	42	51
TOTAUX	855	647	443

Il résulte de ces chiffres que les scieries et les moulins à tan ont eu, de 1863 à 1897, une progression qui ne s'est pas maintenue : les filatures décroissent toujours de plus en plus et finissent par être réduites au cinquième de leur nombre primitif : les papeteries passent de 14 à 3, et les huileries tombent à 0. C'était inévitable et pour les mêmes motifs que dans le département voisin de la Manche.

Progrès très sensible ici pour les usines hydrauliques d'industries diverses qui ont compris le bon parti à tirer de la *houille verte*, en assurant leur propre éclairage pendant l'hiver; c'était à prévoir en tenant compte de la proportion plus forte qu'ailleurs des filatures subsistantes, pour lesquelles les dangers d'incendie sont toujours fort grands : ce total est 41 usines.

J'aurais désiré citer, comme toujours, quelques noms humoristiques de cette constellation de moulins; le motif qui a dû me faire modifier la représentation sur la carte va encore trouver une confirmation. On a pris l'habitude, lors des recensements de cette contrée, de désigner presque toujours les usines par le nom de leurs propriétaires. Ainsi, sur la Touques, je trouve la succession suivante : usines de M. *Dulong*, de M. *Pélerin*, de Mme *Duchesne*, de M. *Dumoulin*, etc.; à part ce dernier, dont on ne peut nier l'opportunité, aucun sel. Ceci se passait en 1863 ; vingt-quatre ans plus tard, je trouve toujours bien M. Dulong, mais il est flanqué de M. *Dubos* et de M. *Longeon!* Est-il besoin d'une autre preuve pour faire saisir les difficultés d'un état comparatif entre ces dates de 1863 et 1897? Il faut espérer qu'on arrivera à un mode de recensement plus précis et plus clair. J'aime encore mieux la kyrielle des noms de saints : *Saint-Hippolyte*, *Saint-Jean*, *Saint-Germain* ou *Saint-Martin;* ils se répéteront fréquemment, mais au moins ils ne permuteront pas! Quelques noms de rivières sont agréables et suggestifs : *la Cressonnière*, la *Dorette*, la *Crème*, la *Seulline* (affluent de la Seulles), la *Virène* (affluent de la Vire); mais, pour un simple ruisseau, le *Rhin* est tout à fait déplacé.

CHAPITRE XX

LA HOUILLE VERTE DANS L'EURE

I. — LES EXEMPLES HYDRO-ÉLECTRIQUES

Nous voici arrivés au dernier département à examiner du groupe entourant l'Orne comme d'un anneau que nous aurions soudé électriquement. Ce département peut, par extension, faire partie de la région normande jusque dans ses parties au-delà de la Seine.

Si les exemples vont être les plus nombreux que nous ayons eus à relever pour un seul département, on en trouvera l'explication dans ce fait que c'est la dernière carte que je viens de terminer en 1905; elle a donc bénéficié des toutes récentes installations; le supplément que j'avais l'habitude de donner à la suite des installations portées sur mes cartes, va donc se trouver très réduit.

Une autre remarque s'impose avant d'aborder cette longue suite de monographies : toutes les installations, sauf deux (l'exception confirme ici la règle), ne dépassent pas le courant à 130 volts; aucune de ces entreprises hardies, franchissant des kilomètres à 5.000 volts, ne se présentera, comme dans la Manche ou le Calvados. Pourquoi? Question de mode et d'imitation; peut-être aussi densité de la population favorisant les emplois dans un voisinage restreint.

Quoi qu'il en soit, en présence du nombre considérable de ces utilisations fort variées, m'obligeant même à m'excuser d'un chapitre aussi long, j'ai dû adopter le classement par rivière et suivre ensuite l'ordre successif descendant vers l'embouchure.

PREMIER GROUPE. — LA RILLE ET AFFLUENTS

1° **Rugles.** — Pour commencer la Rille en amont, non à sa source, mais à son entrée dans le département qui nous occupe, nous allons trouver un chef-lieu de canton de 1.800 habitants dans lequel l'éclairage électrique est en usage depuis 1895. La situation de cette petite ville au fond d'une vallée, resserrée entre deux longueurs de collines escarpées et sensiblement parallèles, se retrouvera fréquemment dans cette contrée. Comme plusieurs rivières de l'Eure, la Rille a des pertes ou bétoires, qui affaiblissent son cours et commencent à se manifester aussitôt après Rugles; toutefois, la rivière voisine, l'Iton, disparaissant même complètement, nous renvoyons le lecteur, pour cette dernière et les conséquences qui en résultent, au chapitre IV, et au présent chapitre, paragraphe 12. A Rugles, c'est une fabrique de dés et de roulettes de meubles, pourvue d'une roue d'une force de 15 chevaux, qui assure le service d'éclairage électrique, au régime de 110 volts, des 52 réverbères et des 300 lampes installées chez les particuliers; quoiqu'il y ait une machine à vapeur de 30 chevaux, une batterie d'accumulateurs assure les besoins du milieu de la nuit.

2° Bien intéressante la toute récente installation de la **Ferrière-sur-Rille;** ce n'est même pas un chef-lieu de canton, mais une bourgade dont la population ne dépasse pas 360 habitants. C'est en 1904 que l'on entreprit l'éclairage électrique, grâce à la roue d'un ancien moulin et à une chute de 4 mètres; le succès ne se fit pas attendre et, outre les 20 lampes publiques, l'on compte 800 lampes d'abonnés! Deux tanneries ont établi des moteurs actionnant les pompes nécessaires pour envoyer l'eau dans les cuves ou l'en épuiser; d'autres sont utilisés pour une beurrerie, une corderie et des meules à aiguiser. Courant à 110 volts et batterie d'accumulateurs qu'il va falloir renforcer d'un moteur de secours.

3° **Beaumont-le-Roger.** — J'ai visité ce chef-lieu de canton de 1.900 habitants à deux reprises; j'y ai même couché les deux fois, car, pour juger d'un éclairage, il faut voir... cela la nuit, ne manquerait pas d'ajouter le légendaire M. de la Palisse! Lors de ma

première visite en 1901, j'avais déjà été frappé par l'aspect imposant de la grande minoterie du Moulin-du-Parc, à 500 mètres de la ville; cet aspect est encore plus séduisant lorsqu'on s'y présente le soir et que de loin les quatre étages apparaissent illuminés comme autant de salles de fête grâce à l'électricité, sans oublier quelques lampes extérieures à arc. La distribution est à 3 fils et avec 110 volts sur chaque pont.

Le moteur hydraulique établi sur la Rille est une belle roue de

FIG. 110. — Minoterie du Parc et usine hydro-électrique de Beaumont-le-Roger (Eure).

$3^m,50$ de largeur et, afin d'employer plus complètement les grandes eaux d'hiver, le trop-plein du bief en remplit dans ce cas un second recevant aussi un petit affluent de la Rille; cette seconde chute, plus faible, est utilisée cependant par une seconde roue, et on arrive ainsi à un total moyen de 40 chevaux. Le travail de la minoterie (*fig.* 110) étant très important, on a renforcé les deux roues d'une forte machine à vapeur de 50 chevaux. Comme la lumière appelle la lumière, les 1.000 lampes établies lors de ma première visite, en 1901, s'étaient augmentées de 300 nouvelles, trois ans après; les dynamos devenaient impuissantes à satisfaire une si nombreuse clientèle, il fallait avoir recours aux accumulateurs : ils sont d'une

grande capacité et établis luxueusement (*fig.* 53). N'oublions pas de mentionner les 52 lampes de l'éclairage public. L'installation fonctionne depuis 1893.

4° **Pont-Authou** est une localité sur la Rille qui ne compte que 448 habitants, et une chute d'eau a permis l'établissement de trois turbines pouvant développer une force de 90 chevaux, car, la Rille ayant repris toutes ses forces après les pertes, on dispose là d'un fort débit. On pourrait dire que, dans un cas pareil, l'éclairage électrique marche tout seul; on a plus à craindre... de brûler les lampes que de voir le voltage baisser, et à Pont-Authou la lumière n'est jamais *jaune!* Ni accumulateurs, ni machine de secours pour les 10 lampes publiques et les 30 lampes particulières à 115 volts.

Une industrie utilisant la force du barrage avait précédé l'éclairage électrique, qui ne date que de 1903 : c'était une *fibrerie*. On entend par fibres de bois ces copeaux frisés dont on fait actuellement fort grand usage pour l'emballage des objets délicats et même des fruits. Le travail de l'usine se poursuit jour et nuit sous l'unique surveillance de 5 ouvriers; quant à la matière première, les forêts voisines y pourvoient et les essences préférées sont les sapins, les peupliers et autres bois blancs.

5° **Montfort-sur-Rille** est un chef-lieu de canton de 600 habitants; la commune voisine de *Saint-Philbert-sur-Rille*, à 2 kilomètres à peine, en compte 1.000. Ces deux localités, séparées par la Rille, se sont mises d'accord pour en faire un bon usage pour l'électricité depuis 1884 : vingt années, voilà une bonne constatation et une entente qui a grande chance de n'être plus troublée. C'est dans la commune de Saint-Philbert que se trouve l'usine électrique comportant une roue Sagebien de 12 chevaux et une turbine de 8 chevaux faisant encore toutes deux fort bon ménage. Il n'y a, en effet, qu'une petite question de multiplication dans les transmissions à trancher pour réunir leur énergie, en vue d'arriver à une vitesse convenant à l'utilisation voulue : or, celle-ci comporte, le jour, différentes lames d'une scierie et, le soir, une dynamo, donc deux usages exigeant de grandes vitesses. La chute de 2 mètres serait bonne, si une grande filature sur le même bief n'avait droit aux trois quarts du débit. Pour éviter toute perte de

force hydraulique par la manœuvre inconsidérée d'un vannage, une très curieuse vanne automatique maintient un niveau constant (*fig.* 111). C'est le même système que celui expliqué chapitre VIII (*fig.* 43), et appliqué chez l'inventeur. En chargeant une batterie d'accumulateurs, on arrive facilement, sans autre moteur de secours, à fournir le courant aux 12 lampes de l'éclairage public ainsi qu'aux 400 lampes des particuliers. Le courant est à 110 volts.

Fig. 111. — Barrage de l'usine hydro-électrique de Montfort, sur la Rille (Eure); à droite, vanne régulatrice.

6° **Pont-Audemer,** sous-préfecture de près de 6.000 habitants. C'est la dernière des stations centrales sur la Rille; elle utilise l'avant-dernière chute avant le commencement de la partie navigable.

La chute n'a que 1 mètre; c'est donc tout à fait la houille verte, mais on profite d'un volume d'eau considérable et forcément amélioré par le nombre même des affluents et la longueur du cours d'eau. Comme à Thury-Harcourt, dans le Calvados, les moteurs hydrauliques en usage sont deux roues Sagebien, et elles ont respectivement 3 et 4 mètres de largeur; mais, afin d'arriver à la vitesse exigée par les trois dynamos et un survolteur en vue d'achever la charge de la batterie d'accumulateurs, il faut toujours,

en pareil cas, une multiplication assez compliquée et qui n'est pas sans absorber quelque force.

Malgré les accumulateurs de capacité importante, on a dû, pour les six mois d'hiver, établir un moteur auxiliaire au gaz pauvre, car, ici, c'est *le trop d'eau*, diminuant la chute, qui est nuisible. Du reste, depuis 1903, la vogue de ce bel éclairage n'a pas diminué, puisque, outre 500 lampes éclairant les rues et les bâtiments communaux, il faut en compter 4.000 pour le service moyen des particuliers ; voltage à 110, la lampe la plus éloignée n'étant qu'à 800 mètres. Il existe trois circuits distincts : un pour la municipalité, un pour les abonnés à forfait, un pour les abonnés au compteur.

Il est très intéressant de signaler les moteurs électriques, qui sont au nombre de 16 ; des conventions établissent que les transports d'énergie doivent cesser au coucher du soleil et ne reprendre qu'après le lever. Cet emploi de jour coïncidant avec la charge des accumulateurs, l'eau suffit souvent à tout. Le plus important de ces moteurs, dont la puissance est 8 chevaux, est chez un meunier dont il renforce la force hydraulique; 3 tanneries emploient 4 moteurs entre 3 et 7 chevaux pour des pompes d'usages divers; puis viennent un moteur dans une cidrerie, 3 dans des fabriques de colle, de chaux et d'agglomérés de ciment ; 3 autres encore, de plus faible force, servent chez un charcutier, à un café et chez un entrepreneur de transports, pour l'aplatissage de l'avoine; enfin, nous ne saurions omettre les imprimeurs, qui utilisent 3 moteurs.

7° et 8° Deux propriétaires, près de Pont-Audemer, utilisent des forces hydrauliques dans des situations assez différentes. Au **château de Tourville,** on a pu, par un canal de dérivation, provoquer une chute de 11 mètres sur la Sébec ; la hauteur de cette chute résultant d'un état de choses que j'ai déjà signalé au sujet des coteaux escarpés près de Rugles, peut paraître encore plus étonnante, vu le voisinage du littoral. Le résultat de cette chute est 250 lampes dans le château, les dépendances et la ferme voisine, qui a même deux moteurs électriques de 4 et 6 chevaux pour laiterie, coupe-racines, hache-paille, etc. ; le tout, y compris une batterie d'accumulateurs, fonctionne heureusement depuis 1898. Non loin, et

depuis 1892, le **château de Toutainville,** bien que ne disposant que d'une chute de 1m,50 sur la Corbie, en tire parti, grâce à des accumulateurs et utilise les 7 chevaux qui en résultent pour l'entretien des 60 lampes installées. Tous deux n'ont recours qu'au voltage de 110.

9° **Cormeilles** est un chef-lieu de canton de 1.200 habitants, et l'éclairage électrique y fut établi dès l'année 1890 par un des associés

Fig. 112. — Usine hydro-électrique de Cormeilles (Eure). Exemple de roues à palettes.

de la petite société qui comprend Pont-Audemer et Montfort. L'ancien moulin à blé, sur la Calonne, rivière modeste, mais fort constante, est en plein centre de la localité. Courant à 110 volts pour les 500 lampes des particuliers, tandis qu'un troisième fil alimente les 45 réverbères ; bonne batterie d'accumulateurs pour le service de nuit commençant au coucher du soleil et cessant à onze heures du soir. En hiver, on allume le matin, de six heures jusqu'au jour. Cette usine (*fig.* 112) actionne encore sur place une pompe pour alimenter le réservoir d'eau de la station voisine d'un chemin de fer économique reliant Cormeilles à la ligne de l'Ouest.

DEUXIÈME GROUPE. — L'EURE ET L'ITON

10° Le **Vaudreuil** est à la fois le nom de la localité et d'un des trois barrages éclusés de l'Eure navigable, dont la chute de $1^m,75$ est utilisée par une fabrique de drap. La force moyenne de 30 chevaux de l'unique roue dépassait les besoins de l'éclairage électrique établi dès 1892 pour l'usine même, dont le travail de nuit se borne au foulage et au dégraissage du drap ; aussi, dès 1895, cet établissement pourvoyait-il à l'éclairage municipal de 15 lampes à 110 volts dans la commune du même nom et celle voisine de *Saint-Cyr-du-Vaudreuil.* Deux usines voisines profitent en même temps du tiers du débit de l'Eure.

11° **Léry** occupe la dernière chute avant l'embouchure de l'Eure dans la Seine ; trois moulins existaient dans le voisinage de l'écluse et, dès 1888, l'un d'eux se convertissait en usine électrique. Depuis quatre ans, des travaux d'une certaine importance, ont permis de rapprocher l'usine de l'écluse et ont augmenté sa puissance hydraulique, élevant la chute de $2^m,05$ à $2^m,90$, et une importante fabrique de pâte de papier, disposant de trois turbines pouvant atteindre chacune 150 chevaux, utilise tout le débit. La pâte de papier est produite uniquement avec du bois de tremble et acquiert dans ce cas une supériorité sur celle produite avec d'autres essences; elle est expédiée dans cet état de pâte aux papeteries hydrauliques et à vapeur encore nombreuses des environs, et elle est si appréciée pour la fabrication des papiers de choix qu'on ne peut suffire aux demandes.

Ce développement industriel ne pouvait nuire à l'éclairage électrique des 325 lampes de Léry, puisque, pour la régularité du service de l'usine, on y a établi un poste d'accumulateurs, dont le courant, toujours maintenu à 125 volts, alimente les 25 lampes publiques et les 300 lampes des particuliers.

12° Sur les bords de l'Iton s'élève l'ancienne demeure des évêques d'Évreux : le **château de Condé-sur-Iton.** Un grand étang alimente une roue hydraulique, tandis qu'une seconde reçoit sa force directement de la rivière. Cet ensemble de forces hydrauliques a une curieuse origine : anciennement l'Iton tout entier passait à Condé ;

vers 1100, Verneuil, devenue un point d'arrêt de l'invasion anglo-saxonne, manquait d'eau pour les fossés de ses remparts, par suite de sa position élevée au-dessus de l'Avre. D'accord avec Breteuil, les deux villes se partagèrent l'Iton, et cet ouvrage important pour l'époque, entrepris et achevé par les troupes de Guillaume le Conquérant, existe encore de nos jours, un peu au-dessous de Bourth, au lieu dit le *Becquet-de-Cheraumont* (*fig.* 16). Mais les riverains, absolument mis à sec (on n'y allait pas alors par quatre chemins), obtinrent, dès cette époque, de percer dans la digue deux ouvertures rendant une portion de l'Iton à son ancien lit; ces deux prises d'eau sont actuellement sous la garde du Syndicat, fort bien constitué, de l'Iton dans l'Eure, dont il a déjà été question au chapitre XI; l'une de ces prises s'appelle *Trou-de-Corne*, car l'ouverture en est assez petite pour être bouchée par la corne d'un bœuf; l'autre, *Trou-de-Botte*, car la tige d'une botte suffirait pour la boucher.

Cette restitution était de toute justice! N'est-il pas au moins curieux de remarquer que, huit cents ans après, la ville de Paris, prenant à son tour la rivière de l'Avre, n'ait pu se débarrasser des réclamations de Nonancourt (le ressentiment y fut tel que l'on menaça les ingénieurs d'un bain gratuit... et obligatoire) qu'en lui cédant au passage, pour son service d'eau particulier, une partie de l'eau des sources dérivées.

Mais revenons à l'Iton, au château de Condé et à l'usage qu'en fait son propriétaire actuel depuis 1880. L'une des roues, la plus rapprochée du château, est employée à élever l'eau pour les besoins domestiques et ceux du potager; la seconde, autrefois à l'usage des hauts fourneaux de Condé, remontant à l'époque romaine, sert à la production de l'électricité; quoique distante de 800 mètres du château, une dynamo envoie un courant à 110 volts suffisant à l'éclairage de 180 lampes, ou charge des accumulateurs qui permettent d'atteindre le nombre de 400 lampes.

Une machine à vapeur de secours est établie près cette seconde roue et, par un transport d'énergie, vient en aide à la première roue employée à élever l'eau, comme je viens de le dire, quand les besoins intenses d'arrosage du milieu de l'été dépassent la force disponible des deux roues déjà utilisées (l'une par l'électricité) pour actionner la pompe.

Entre ces usines et la suivante, nous avons à relever un des

curieux phénomènes de la contrée (Voir aussi chap. IV) : *les pertes de rivière*. Le lit de l'Iton subsiste bien à la surface ; mais petit à petit les eaux de ce cours d'eau se sont infiltrées par les rives dans le sous-sol ou perdues par des fissures du fond et, en été, il n'y a plus un filet d'eau sur un parcours de plus de 6 kilomètres, tandis que les grandes eaux de l'hiver utilisent à la fois le canal souterrain qui se trouve rempli et le lit de surface. J'ai parcouru cette contrée, ainsi que le point, intéressant en été, de la réapparition de la rivière ; celle-ci se fait, contrairement à la disparition, en une fois : au pied d'un hêtre séculaire, une vaste source jaillit du sol, et, fait encore plus curieux, l'Iton, outre l'augmentation naturelle due à la nappe souterraine, a dû recevoir un affluent souterrain important, car son débit est alors toujours très supérieur à celui observé à l'usine précédant ses premières pertes. On trouvera sur la carte (*fig.* 121), en pointillé, *le sec Iton*, ainsi que les pertes des rivières voisines : l'Avre, la Rille, le Sommaire. Les dérivations de Verneuil et de Breteuil y sont également visibles.

13° Les **usines de Navarre :** aux portes d'Évreux, ces importantes usines n'occupent pas moins de 300 ouvriers et ouvrières, mais ce qui leur mérite notre attention, c'est avant tout l'usage fort judicieux qu'elles font du cours de l'Iton. Les machines des ateliers de ces établissements sont actionnées par deux moteurs hydrauliques utilisant une chute de $1^{m},35$, auxquels il a fallu ajouter deux puissantes machines à vapeur, ce qui entraînait une consommation importante de houille noire ; cependant l'administrateur délégué de ces établissements, ayant le pressentiment des progrès qui se dessinaient dans le domaine hydro-électrique des transports à distance, profitant des exemples qu'il avait vus dans ses voyages et, de plus, sachant que, dans notre contrée, le charbon est presque toujours de provenance étrangère, et généralement anglaise, prenait le parti, il y a quatre ans, d'utiliser la force d'une ancienne papeterie, immédiatement en amont, à 500 mètres, fermée depuis plus de quinze ans. Une partie des bâtiments était restaurée, et à l'emplacement même où il avait vu fonctionner trois roues du rendement dérisoire de 20 à 25 0/0 (soit des diligences comparées à des automobiles), il installa deux turbines pouvant développer ensemble une force de 115 chevaux sous une chute

de 3m,15, dont le travail moyen est de 65 chevaux. Ces turbines actionnent un important alternateur triphasé de 120 ampères à 500 volts ; une ligne soigneusement établie (*fig.* 114) apporte ce courant à la réceptrice de l'usine principale (*fig.* 115).

Pour l'éclairage des ateliers, des bureaux, de l'habitation du directeur, on a installé 400 lampes, plus quelques lampes à arc, mais c'est une autre simple dynamo à 110 volts qui les alimente, empruntant son énergie à cette triple combinaison : roue, machine

Fig. 113. — L'alternateur à 500 volts du transport des usines de Navarre, près Évreux (Eure).

à vapeur et réceptrice électrique. Tout cela marche nuit et jour et, grâce à un bon régulateur de la machine à vapeur, c'est celle-ci qui se modère ou donne du collier selon les besoins. Est-ce tout ce que nous avons à apprendre ici ? Non, car l'expérience a prouvé que dans une usine moderne les engrenages d'angle font perdre de la force et, pour supprimer cette perte dans les transmissions, on va remplacer l'ancienne réceptrice par des moteurs séparés qui attaqueront directement chaque atelier.

14° Dans la commune de **Saint-Élier,** à 2 kilomètres de Conches, dans un site accidenté de la vallée du Rouloir, petit affluent de

FIG. 114. — Le tableau du transport des usines de Navarre.

FIG. 115. — La réceptrice du transport dans les usines de Navarre, près Évreux (Eure).

l'Iton, mais entretenu dans une régularité satisfaisante par des versants boisés, un simple moulin à blé de 8 chevaux avait subsisté parmi plusieurs autres fermés ou tombés en ruines (*fig.* 116). Qui songe aujourd'hui à utiliser des forces si minimes! Cependant, son propriétaire, homme d'initiative, avait lu à droite et à gauche que le Ministère de l'Agriculture encourageait les emplois hydro-électriques, puis surtout *il avait vu le transport d'énergie des usines de Navarre;* l'idée lui vint en 1902, aussi, d'en faire autant, et il

Fig. 116. — Le moulin à blé de Saint-Élier, près Conches (Eure).

commençait par acquérir le moulin en aval du sien, à 480 mètres, dit de Berville, ayant une roue d'une force de 7 chevaux : donc peu différente de la sienne; puis il achetait dynamo génératrice (*fig.* 117), dynamo réceptrice, fils et poteaux, tout, en un mot, comme son puissant voisin d'Évreux. Ce serait vraiment le cas de paraphraser ainsi certain proverbe : *le courage n'attend pas le nombre... des chevaux hydrauliques!*

Il est, je crois, du plus haut intérêt de citer l'originalité, la rusticité même de cet exemple : dans un coin de l'ancien moulin, entre la couchette du garde-moulin et les organes de transmission de la roue aux cylindres (on a trois cylindres maintenant), on est

parvenu à loger tout juste le moteur et le tableau de contrôle ; ce dernier comporte une résistance de démarrage et aussi, grâce à un troisième fil de la ligne, la résistance d'excitation de la dynamo qui envoie le courant des 480 mètres de là : on peut donc en régler la marche sans se déranger et, comme la roue du moulin de Berville est pourvue d'un très bon régulateur de vitesse, on va sans arrêt du lundi matin au samedi soir. Le voltage est à 210 volts, et la

Fig. 117. — La génératrice de 5 chevaux du transport agricole de Saint-Élier (Eure).

perte du transport de 2 chevaux environ. Enfin, comme en hiver l'eau est assez abondante, on vient d'installer 28 lampes électriques.

TROISIÈME GROUPE. — LA SEINE ET AFFLUENTS

13° **Poses.** — Puisqu'il s'agit d'une statistique et tout spécialement des emplois de l'eau à la production de l'énergie électrique, l'usage si heureux qui a été fait, depuis 1894, de la chute de la Seine provoquée par l'établissement du *barrage de Poses* près d'Amfreville, lui attribue tout naturellement une place ici. On ne se doute pas assez des beaux et imposants spectacles que la nature

met à notre portée, pour des excursions dans notre propre pays. Il ne faut certainement pas chercher des points de comparaison avec les chutes du Rhin ou du Niagara; mais, si l'on ajoute à la vue de l'impressionnant spectacle d'un fleuve tel que la Seine se déversant en une cascade de $4^m,50$ de hauteur, une visite aux Andelys, si l'on fait la petite ascension des collines qui dominent les imposantes ruines de l'historique Château-Gaillard, d'où la vue s'étend sur une des vastes boucles de la Seine, permettant même d'apercevoir

Fig. 118. — Le barrage de Poses, sur la Seine, près d'Amfreville (Eure).

jusqu'à 72 clochers, il faut reconnaître que l'on a, à proximité de la capitale, un but de tourisme des plus intéressants (*fig.* 118).

On sait que le barrage de Poses a été édifié en vue de l'amélioration de la navigation de la Seine ; il se distingue de nombre d'autres barrages par ce fait qu'il opère *lui-même* toutes les manœuvres nécessaires en pareil cas et *par l'électricité*. Un tout petit pavillon (*fig.* 119) élevé à l'extrémité de la séparation de deux des trois grandes écluses existantes abrite une turbine et deux dynamos à 280 volts. Le courant ainsi produit sert, en premier lieu, comme je viens de le dire, à actionner les dynamos motrices pour ouvrir et fermer les écluses, pour lever les vannes de celles-ci, puis encore à relever les rideaux

FIG. 119. — Le pavillon hydro-électrique de Poses, produisant le courant nécessaire à toutes les manœuvres et à l'éclairage.

N. B. — En produisant la dernière des 49 photographies prises au cours de ses quatre années d'excursion, l'auteur tient à témoigner à MM. Cueille et Bouché sa satisfaction pour le soin apporté à l'exécution des photogravures.

FIG. 120. — Une des cinq travées du barrage de Poses (Eure).

articulés qui constituent le vannage du grand barrage, quand les crues se produisent, et ce ne sont pas de petites pièces que ces cadres en fer qui mesurent 12 mètres de hauteur (*fig.* 120). Enfin, le surplus du courant est emmagasiné dans de puissants accumulateurs, de telle sorte que ces diverses manœuvres peuvent se faire à tout moment, l'éclairage étant encore assuré par une distribution à 3 fils pouvant alimenter 60 lampes à 110 volts.

Il est très intéressant de traverser les 250 mètres de largeur du fleuve sur cette passerelle à deux étages supportée par six piles massives et parcourue par les trois voies d'un Decauville; celles-ci servent à déplacer rapidement tous les treuils de manœuvres qui reçoivent le courant électrique dans leurs moteurs à l'aide de simples prises de courant et en un point quelconque de leur trajet. Grâce à ces dispositions, un personnel réduit à six hommes suffit pour les opérations, tout en en augmentant encore la rapidité. En présence de ces résultats, on est frappé de la puissance de l'énergie électrique, cachée, pour ainsi dire, sous des apparences aussi modestes, ainsi que des dimensions du minime bâtiment abritant turbine et dynamo, qui provoquera tous ces effets.

16° **Les Andelys.** — Nous avons déjà eu l'occasion de rencontrer assez souvent réunis sous le même toit le cylindre de la meunerie et la dynamo électrique; dans le cas présent, c'est une tannerie qui a entrepris avec succès l'éclairage d'une sous-préfecture de 5.700 habitants, et les deux industries s'accordent encore fort bien ensemble, les déchets de la tannerie servant à aider au chauffage, ou plutôt à mettre rapidement la machine à vapeur sous pression. Comme il existait déjà une usine à gaz, l'électricité ne pouvait prétendre qu'aux usages d'intérieur, mais, depuis 1897, elle pourvoit à l'entretien de 1.200 lampes à 110 volts en service, sur 2.500 posées; puis elle gagnait à sa cause quelques petites industries.

La force hydraulique sur le mince cours d'eau du Gambon était déjà faible pour la tannerie, et il fallait alors adjoindre une machine à vapeur que l'on maintenait sous pression même pendant les arrêts du travail, tandis que l'eau coulait bien inutilement. Depuis l'établissement de l'électricité et des accumulateurs, la toute simple roue Sagebien ne chôme plus jamais ni la dynamo qu'elle actionne toujours. L'heure du travail vient-elle à sonner, moulin à tan,

presses destinées aux travaux des peaux, rentrent en activité et dépassent par à-coups la force de la roue sans inconvénient, car la bonne dynamo génératrice devient réceptrice du courant de réserve provenant des accumulateurs, et cela juste pour le temps voulu. L'énergie semble, en quelque sorte, rebrousser chemin, aller au-devant de la besogne!

Et ce n'est pas tout, car ce qui se produisait ici sous mes yeux se répétait avec la même facilité pour les moteurs installés en ville, qui sont au nombre de cinq : un de 8 chevaux chez un menuisier, ayant toutes les machines-outils jusqu'à une mortaiseuse. Un coutelier utilise un autre moteur ; deux trouvent des emplois chez un charcutier; enfin, le dernier, plus important, actionne des pompes élévatoires pour l'eau du grand hospice aux *Petits-Andelys*, à 800 mètres de la sous-préfecture. Un moulin à blé, fermé depuis longtemps, y avait été en premier lieu transformé en usine électrique, munie de sa batterie d'accumulateurs. On a trouvé plus simple et plus pratique de réunir les deux réseaux en un seul. Jour et nuit, la roue de cette seconde usine tourne, entraîne sa dynamo, dont le courant trouve toujours à s'employer, et jusque dans les accumulateurs de la station centrale; celle-ci n'allume donc plus sa machine à vapeur que le soir venu. Le concours de tant de petites ressources n'est-il pas surprenant, et qui saurait mieux s'en acquitter que l'électricité?

17° **Lyons-la-Forêt** n'est qu'un modeste chef-lieu de canton de 1.150 habitants, à 7 kilomètres du chemin de fer; mais il a son usine hydro-électrique depuis 1897. C'est la chute d'un ancien moulin à blé, fermé depuis plus de vingt ans, dans lequel l'ancienne roue est encore en usage. Avec une chute de $3^m,25$ sur la Lieurre, la force hydraulique de 12 chevaux environ avait besoin d'être renforcée, et ce sont encore des accumulateurs qui lui rendent ce bon service: on atteint ainsi facilement le courant nécessité par les 17 lampes de l'éclairage public et les 400 lampes des abonnés; voltage à 110 aussi.

18° **Gisors.** — Ce n'est certes pas avec une chute de $0^m,80$ sur l'Epte, même avec fort débit, que l'on peut suffire à une moyenne de 2.500 lampes nécessaires pour une population de 5.000 habitants.

Cet exemple figure ici plutôt à un double titre de curiosité : d'abord, c'est l'usine à gaz elle-même, donc une bonne cliente du charbon, qui a entrepris l'éclairage électrique à 110 volts et a songé à utiliser cette faible chute de 20 chevaux pour remplacer la batterie d'accumulateurs, et l'on s'en trouve bien pendant les arrêts de la puissante machine de 120 chevaux. Puis, autre originalité, ce moulin à blé, à 150 mètres de l'usine, était fermé *depuis* 1824, *soit depuis quatre-vingt-deux ans !* Ceci ne prouve-t-il pas que les forces hydrauliques minimes, mais bien situées, peuvent ainsi rendre de bons services.

19° **Environs de Gisors.** — Bien qu'à classer plutôt dans la catégorie des usines propres, nous ne pouvons omettre, près de Gisors, une fabrique de cafetières, qui non seulement se contente de la force hydraulique de 6 chevaux pour transformer les feuilles de cuivre qu'elle reçoit en cet appareil domestique indispensable, mais encore l'utilise pour en faire le nickelage ; cette opération se fait dans un bain par l'électrolyse, et c'est encore la dynamo actionnée par la roue qui fournit le courant nécessaire, sans oublier l'éclairage complet de l'usine. On savait généralement que l'on employait de l'eau pour faire le café, mais on ignorait sans doute que l'on pouvait faire également des cafetières avec de l'eau ! C'est bon à retenir.

20° Non loin de Gisors encore, dans la commune de **Chauvaincourt,** nous relevons un cas qui offre beaucoup d'analogie avec celui de Saint-Élier, mais est plus spécialement agricole. En 1897, un propriétaire eut l'heureuse idée d'utiliser un moulin à blé fermé depuis dix années et situé à 500 mètres de sa ferme, pour les besoins de son exploitation. La vieille roue put suffire à entraîner une dynamo produisant du courant à 110 volts qui, outre un brillant éclairage de 30 lampes, actionne par l'intermédiaire de trois moteurs électriques une machine à battre le grain, un coupe-betteraves, un brise-tourteau, un aplatisseur de graines et un grugeoir. Tous ces appareils, dont le premier à lui seul absorbe une force de 3 chevaux, n'ont pas besoin d'être mis en marche simultanément et cessent le travail généralement avant l'éclairage, ou bien celui-ci ne devient désirable qu'à une époque à laquelle le petit cours d'eau

de la Bonde, avec une chute de $2^m,40$, peut y suffire. Donc, ni accumulateurs, ni machine de secours et installation très profitable, puisqu'il n'y a aucun personnel spécial attaché à la surveillance de la petite usine.

Notre carte terminée en 1905 nous montre encore un :

QUATRIÈME GROUPE. — ÉTABLISSEMENTS COMMUNS A DEUX DÉPARTEMENTS

21° Pour **Saussay,** l'usine hydraulique sur l'Eure, limite commune à deux départements, est sur la rive attribuée à l'Eure-et-Loir, mais, par le fait du barrage qui a droit d'appui dans le département qui nous occupe et toute l'énergie y étant utilisée, elle est bien à sa place ici. Le terme d'usine hydro-électrique reste propre, mais la turbine hydraulique de 75 chevaux a été renforcée par trois moteurs au gaz pauvre de 100 chevaux chacun, car nous nous trouvons en présence d'une vaste distribution d'énergie offrant une lointaine analogie avec celles des pays de la houille blanche.

Deux alternateurs triphasés à 5.600 volts desservent par l'intermédiaire de transformateurs statiques, abaissant le courant à 220 volts, les communes suivantes : *Ivry-la-Bataille*, 1.000 habitants (à 6 kilomètres), 23 moteurs de petites industries de 1 à 11 chevaux, 60 lampes publiques et 2.500 lampes particulières ou dans de nombreux ateliers; *la Couture-Boussey*, 800 habitants (à $5^{km},500$), 25 moteurs de 1 à 5 chevaux, 30 lampes publiques et 1.000 particulières ; *l'Habit*, 280 habitants (à $4^{km},500$), 25 moteurs et 1.000 lampes particulières; enfin, *Bois-le-Roy*, 470 habitants, et *Croth*, 503 habitants, sont en cours d'installation. C'est bien là une heureuse tentative de résurrection de l'atelier familial, avec toutes ses conséquences économiques et sociales; l'artisan, bien et régulièrement éclairé, au lieu du bout de chandelle ou des lampes du genre Pigeon qui l'ont remplacé, travaille mieux et plus longuement, aidé et entouré des siens, dans la saine et morale atmosphère des campagnes; une fois le travail terminé, il sera à même de cultiver son esprit et d'éviter sans doute le cabaret voisin et son cortège de vices, attiré, comme il l'était jadis, par le phare au pétrole, le seul point lumineux du village. Je l'ai dit, je le répète!

La carte de l'Eure signale encore une distribution électrique sor-

tant du département (le cas s'est présenté entre deux États voisins, et les douaniers étaient fort embarrassés pour imposer cette nouvelle *houille... volante!*). Une chute de 28 mètres, toute voisine de l'estuaire de la Seine, sur la Jobbes, éclairait *Saint-Sauveur-la-Rivière*, chef-lieu de canton dans le Calvados. On a voulu demander à la chute d'eau plus qu'elle ne pouvait donner de force sans vouloir créer un bassin de réserve facile à établir dans cette gorge rocheuse et resserrée ou sans vouloir recourir aux accumulateurs ni à un moteur de secours auxiliaire, de sorte qu'après trois ans (1899-1902) de fonctionnement cette entreprise a périclité, et j'ai vu cette belle chute jaillir inutilement de la conduite. C'est aussi une leçon à retenir.

Nous avons relativement fort peu à ajouter aux exemples précédents, comme je l'ai dit au début de ce long chapitre, pour compléter la carte : trois hameaux et deux châteaux; donc des exemples extrêmes. Tous petits et grands sont convertis ici à l'hydro-électricité; tous les cinq sont sur la rive droite de la Seine.

L'Epte et l'Andelle, qui cèdent leur puissance hydraulique aux 5 installations suivantes, sont de puissantes rivières actionnant, en amont des usines qui vont suivre, plusieurs papeteries, verreries, ferronneries, etc...

22° **Sainte-Geneviève-les-Gasny** est situé sur l'Epte et ne compte que 185 habitants, mais il y a là une tentative dans le genre de Saussay, puisque l'ancienne roue d'une usine, située à 6 kilomètres en aval, parvient à produire depuis peu (1904) du courant à 4.200 volts pour alimenter, après transformation à 110 volts, outre 500 lampes particulières, 4 moteurs, tant industriels qu'agricoles (élévation d'eau, menuisier, charron, batteuse et instruments agricoles). La chute n'a que 1^{m},30, mais on prévoyait déjà l'installation prochaine d'un moteur de secours.

23° **Douville,** avec 471 habitants, va nous montrer une usine qui a bien une *existence légale*, puisque, au XIVe siècle, les seigneurs de Douville et de Bacqueville se disputaient déjà le moulin de *Bacqueville;* la machine à vapeur était inconnue, la houille noire peu transportable, et ces braves gentilshommes eussent été

sans doute très étonnés de se quereller pour de la houille blanche, voire même de la houille verte! Actuellement et depuis 1896, le moulin à foulon, qui a sans doute subi plus d'une transformation depuis le XIVe siècle, cède une partie de sa force hydraulique à ce même industriel dont les efforts tendent à la résurrection de l'atelier familial, parmi la population de Saussay; désirant se rendre la municipalité favorable, il cède à son tour une lampe gratuite à la mairie, mais se borne à faire ici du 55 volts, ne dépassant pas 250 mètres autour de l'usine, pour 35 lampes particulières et aussi un moteur agricole dans une beurrerie. Il y a des accumulateurs à 65 volts. On peut juger, par cet exemple, que cet industriel très moderne tâte successivement de tous les courants, passant de 5.600 à 55 volts.

24° **Saint-Nicolas-de-Pont-Saint-Pierre** (si l'électricité y cause jamais des ravages, ce ne sera certes pas faute... d'assurances célestes!) est situé sur l'Epte, affluent direct de la Seine, comme l'Andelle, mais moins bien utilisé, semble-t-il; les chutes y sont plus basses, la contrée est sensiblement plus plate; cependant nous venons de voir le parti que l'on en sait tirer à Gisors même. Ici, depuis 1898, la roue alimente 80 lampes particulières dont la plus éloignée est à $1^{km},800$, et quelques lampes publiques au régime de 250 volts; un industriel dispose d'un moteur pour la fabrication de l'eau de Seltz; on remarquera, une dernière fois, que ce petit emploi s'est répété maintes fois. Il n'y a non plus aucun moteur de secours dans cette usine.

25° Le **château de Radepont,** ainsi que le suivant, se servent tous les deux des chutes d'eau de l'Andelle; le premier depuis 1900, grâce à une turbine et sans accumulateurs ni moteur de secours, atteint le joli total de 500 lampes à 110 volts; il n'est qu'à 200 mètres de sa petite usine.

26° L'autre château, dit de l'**Ile de Sainte-Hélène,** emploie également une turbine depuis 1901 et offre cette particularité que, sur l'autre rive du même barrage, une minoterie s'éclaire aussi à l'électricité et dispose de 80 lampes utilisant une simple roue à palettes. Dans le château on compte 60 lampes à 120 volts; la distance du

transport n'est encore que de 150 mètres. L'aspect des deux rives doit être séduisant, le soir venu...!

J'ai bien fini cette fois-ci et, si je n'avais pu émailler d'un ensemble de photographies recueillies au cours de mes excursions cette encyclopédie des nouvelles utilisations de l'eau dans cet intéressant département de l'Eure, j'aurais à renouveler les excuses produites au début de ce chapitre; j'espère que ces témoignages vus par l'*objectif* me vaudront l'indulgence du lecteur.

II. — LES RESSOURCES DISPONIBLES

En reste-t-il encore des ressources disponibles? Mais certainement, puisque le département de l'Eure arrive le premier en tête de la région dont nous nous occupons, avec 18.000 chevaux utilisables. Parmi ceux-ci, 1.100 sur la très courte partie de l'Eure composée seulement de trois barrages éclusés entre l'origine de la navigation et son embouchure dans la Seine, sont à imputer aux cours d'eau navigables.

Pour les autres et aux dates suivantes, nous trouvons les utilisations que voici :

	1869	1892	1900
Moulins à blé	325	345	210
Industries textiles	175	160	80
Papeteries	14	13	6
Scieries de bois	19	35	23
Moulins à tan	28	18	10
Huileries	15	6	1
Traitement des métaux	50	67	43
Divers	43	85	65
TOTAUX	669	729	438

La carte ci-après est basée sur les comparaisons des états de 1892 et 1900. J'éprouve la même difficulté que dans le Calvados pour donner un chiffre certain de la puissance effectivement utilisée, et je renvoie pour cette explication à la raison que j'en ai fournie

alors (p. 223); mais ici elle a plus d'importance, puisque les usines

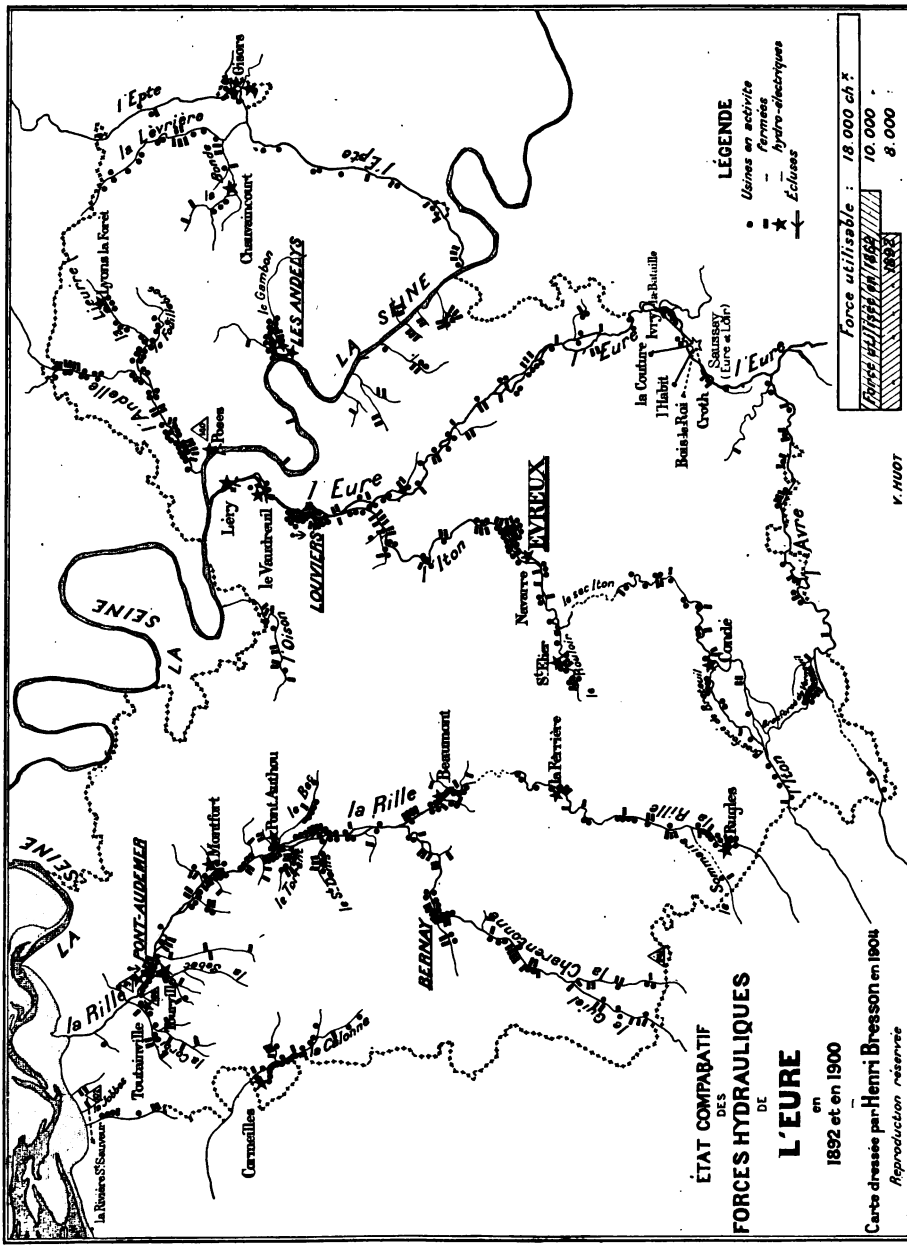


FIG. 121.

hydrauliques sont bien plus serrées dans une même commune ; des

chiffres viennent confirmer ce que l'on peut également constater sur la carte (*fig.* 121) : en 1892, on trouve sur les 700 communes du département seulement 88 communes ayant 1 usine; 43 avec 2; 80 de 3, 4 ou 5; 15 avec 6, 7, 8 ou 9; enfin 7 à partir de 10. Le maximum est atteint avec 21 à Louviers. Je sais toutefois, par expérience personnelle, que, sur la Rille, par exemple, dans la commune de Saint-Paul, pour préciser, certaine force de 97 chevaux utilisables, qui actionnaient encore récemment jusqu'à trois roues, était en chômage en 1904 et que le gardien de l'usine s'éclairait tout seul, faute de mieux, avec une dynamo subsistante. Sur la Charentonne, des puissances variant entre 100 et 40 chevaux n'avaient non plus aucun emploi, et le peu de vitres subsistant aux fenêtres des anciennes filatures témoignaient de l'exode vers les centres pourvus de charbon grâce à la proximité des voies ferrées.

Cependant les usines hydrauliques s'éclairant à l'électricité, pour leur seul compte, sont nombreuses, comme les exemples spécialement électriques que nous venons de relever au paragraphe 1er, et indiquent un grand progrès; elles sont au nombre de 97 et, comme pour le département de l'Eure-et-Loir, la nomenclature, donnant en même temps un aperçu des florissantes industries exercées dans ce département, puisqu'elles ont pris cette utile initiative de l'éclairage électrique particulier, m'en paraît intéressante : 25 moulins à céréales; 2 laiteries-beurreries; 1 fabrique pâte pour oiseaux; 18 filatures et tissages; 10 fabriques de drap, 3 filatures de mèches, 1 fabrique de toiles cirées, 1 fabrique de feutre; 1 bonneterie, 1 fabrique de ouate, 2 fabriques de lacets de chaussures, 1 fabrique de peignes; 1 fabrique d'instruments de musique; 1 fabrique de jouets d'enfants; 3 papeteries, 1 imprimerie-lithographie, 3 scieries, 1 moulin à tan, 2 tanneries, 1 fabrique de fibres de bois pour emballage, 1 verrerie, 5 fonderies et tréfileries, 1 fonderie de cloches, 3 quincailleries; 1 tréfilerie or et argent, 1 fabrique de jantes de bicyclettes, 1 fabrique de cafetières et nickelage, 1 fabrique d'instruments agricoles, 1 fabrique de métiers de dentelles. Ces établissements sont situés aussi bien sur les cours d'eau navigables que non navigables.

Le point culminant du département, 241 mètres d'altitude, se trouve à proximité de l'entrée de la Charentonne dans le département; cependant notre carte nous signale encore des hauteurs dé-

passant 100 mètres assez près de l'estuaire de la Seine et sur les rives de celle-ci à Poses.

A part la Rille, qui gagne directement la mer, toutes les autres rivières du département sont tributaires du bassin de la Seine. Ce fleuve ne présente, pour ainsi dire, pas de ressources hydrauliques; les basses eaux de l'été et les crues de l'hiver, tout aussi nuisibles aux chutes, en sont, indépendamment de la faible pente, les principales causes. Des deux barrages avec écluses établis sur la Seine, dans le département de l'Eure, en vue d'améliorer la navigation, l'un d'eux a présenté, on l'a vu page 239, un exemple hydro-électrique d'un grand intérêt; l'autre, le barrage de Notre-Dame-de-la-Garenne, avec une chute de $2^{m},50$, n'a jamais eu d'emploi. Par contre, la courte partie de l'Eure navigable entre Louviers et la Seine, sur 10 kilomètres, ne compte pas moins de 26 usines hydrauliques. Elles sont réparties entre les trois barrages et surtout groupées autour de Louviers traversé par plusieurs bras de cette rivière.

Veut-on quelques spécimens de la dénomination de ces nombreux moulins? Il y en a pour tous les goûts : on ne discutera pas une étymologie très ancienne au *Moulin-du-Prey* (pour Pré) ou encore au *Moulin-du-Vicomte* qui trouve un pendant dans celui du *Paysan;* ceux des *Murailles* et de la *Prison*, ceux de l'*Hermite* et aux *Prêtres* ont encore d'anciennes origines sans doute. Bon choix d'animaux avec les *Moulins-du-Mulot*, du *Coq* et du *Merle-Blanc*. Évitons surtout le *Moulin-aux-Malades* et ne doutons pas que le *Moulin-des-Câbles* ne se soit converti aux progrès de l'hydro-électricité. Il y a tout aussi bien les *Moulins-des-Jumeaux* que ceux des *Jumelles* établis sur un même bief et bons voisins, espérons-le. D'autres noms sont fort appropriés, tels ceux des *Mares*, de la *Porte-à-Bateau*, du *Goulet*, de la *Bonde*, des *Baquets*, etc.

SUPPLÉMENT

AU

DÉPARTEMENT DE L'EURE

Je n'aime ni les notes, ni les annexes, — on a pu s'en apercevoir, — car bien souvent elles ne sont pas lues ; d'un autre côté,

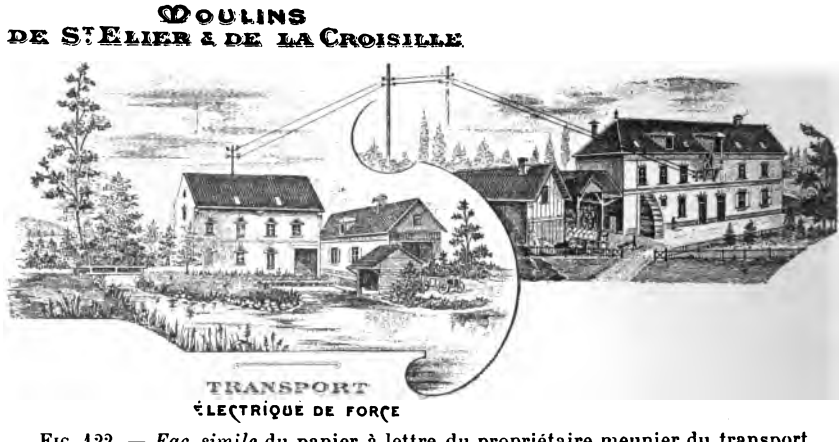


FIG. 122. — *Fac-simile* du papier à lettre du propriétaire meunier du transport d'énergie agricole de Saint-Élier.

certains documents trop étendus, pour être contenus dans le texte même méritent bien cependant une reproduction plus complète qu'un résumé ; enfin ce qui va suivre peut être considéré comme un dernier coup de marteau sur... *la tête du clou à enfoncer !*

Voici, dans toute sa naïveté, l'en-tête du papier à lettre de notre meunier *Sans-Souci* du département de l'Eure, celui dont je viens de décrire l'installation électrique à *Saint-Élier* (p. 238) ; cet en-tête

montre le transport de 7 *chevaux* entre deux moulins, dont il s'enorgueillit à juste titre, et n'est-il pas déjà des plus suggestifs?

Eh bien, comme témoignage de *vulgarisation*, j'ai mieux que cela à produire ; voici ce qu'il m'advint en 1903. Un écho de la *Houille verte* et de ma mission avait été reproduit dans un journal du département de la Marne, et un meunier, féru de la même pensée de réunir deux chutes d'eau par l'électricité pour s'éviter l'acquisition d'une machine à vapeur de secours, vint me trouver à Paris et me demander mon avis. J'étais bien un peu pris au dépourvu, mais je venais d'avoir connaissance peu avant du *cas de Saint-Élier* et le lui signalais. Six mois après, j'allais prendre les photos que l'on a vues (*fig.* 116 et 117), et quelle ne fut pas ma surprise en apprenant que mon client hydro-électricien avait fait avant moi le voyage de Saint-Élier; qu'il était rentré chez lui enchanté et, ce qui était encore mieux, convaincu ! Il m'écrivait en effet, peu après, qu'il avait *vu par lui-même*, qu'il venait de louer pour vingt-cinq ans, avec promesse de vente, le moulin de 6 chevaux en aval du sien et qu'il allait commander son matériel hydraulique et électrique.

Je pense que l'étonnement du lecteur ne diminuera pas en lisant ce qui suit, car je passe la plume à mon correspondant :

Mareuil-le-Port, le 20 janvier 1906.

Monsieur Bresson, — Paris.

J'attendais que mon moteur marche pour vous donner des renseignements sur mon installation. Voici quelques détails ; si vous ne les jugez pas suffisants, vous pourrez me poser quelques questions.

J'ai fait installer au moulin d'en dessous de chez moi une turbine qui me fournit 6 *chevaux de force* sous une chute de $2^{m},50$. Elle pourrait marcher en ce moment en pleine admission, mais, mon moteur n'étant pas encore installé, je ne me sers que du tiers de ma force pour l'éclairage. Une génératrice de 6 chevaux envoie du courant à 220 volts à mon moulin par une double ligne de cuivre supportée par 4 poteaux de 9 mètres de hauteur et séparés par une distance de 25 mètres chacun ; puis le reste est fixé aux bâtiments, car la distance entre les deux moulins est de 300 mètres. Un petit fil d'excitation sert à varier le voltage de mon moulin à l'autre usine au moyen d'un rhéostat. Un voltmètre de 250 volts, un ampèremètre de 25 ampères, 2 coupe-circuit, une lampe témoin et un interrupteur général de lumière complètent les accessoires du tableau. Trois lignes de fils fortement isolés partent du tableau pour distribuer :

1° La lumière à l'habitation située en face du moulin ;

2° La lumière aux écuries ;

3° La lumière au moulin.

L'installation du moulin est disposée de façon que, lorsqu'un étage se trouve allumé, l'étage précédent est éteint, et ainsi il n'y a guère que 4 lampes conti-

nuellement allumées; 18 lampes assurent donc le service des trois étages et des annexes du moulin, 8 lampes assurent également le service des écuries. Deux diffuseurs éclairent la cour aussi bien que *la lumière du jour.*

Quant à l'installation de l'habitation, elle est la suivante : les cuisines, les fourneaux sont éclairés avec des lampes à contrepoids; la salle à manger, par un petit lustre de 3 lampes à double allumage; le bureau, les couloirs, les chambres, les cabinets de toilette, les mansardes sont éclairés électriquement. Une partie du courant a été ménagée proche du bureau pour faire cuire à l'occasion un poulet à la rôtissoire électrique, pour repasser, pour faire le thé ou encore, ce qui est plus pratique, pour *faire chauffer le lait ou la tisane pour le petit bébé dans la nuit.* A la maison, en tout 21 lampes. L'installation complète est donc de 50 lampes; chacune est munie d'un coupe-circuit, ce qui fait que, lorsqu'une lampe vient à s'éteindre, il ne faut pas longtemps pour trouver *la maladie.* La lumière est toujours blanche, sans une seule variation, la turbine marchant très bien et sans secousse; il ne se produit pas de sauts à la lumière.

Dès que le moteur qui doit être posé incessamment sera en marche, je vous donnerai des renseignements; et cela ne sera pas long, puisqu'il est arrivé chez moi, n'attendant que le monteur. Je me tiens à votre entière disposition et, si vous êtes désireux de voir par vous-même et de prendre des photographies, je me ferai un plaisir de vous recevoir en me prévenant quelques jours à l'avance.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, etc.

P.-S. — J'oubliais de vous dire que j'ai l'intention de battre mes récoltes électriquement. Je ferai mes meules de grains tout proche de ma ligne électrique, en installant mon moteur sur mon gros chariot à farine et en reliant les pôles du moteur aux pôles de la ligne, je ferai marcher mon moteur; une courroie reliant celui-ci à la batteuse, et voilà tout installé *grosso modo.*

Pour copie conforme :
Henri Bresson.

Constatons d'abord que notre meunier de la Marne est déjà en progrès sensible sur son collègue de l'Eure, ainsi qu'en témoigne le post-scriptum de plus en plus suggestif de sa lettre; souhaitons-lui encore de faire rôtir plus de poulets à l'électricité que de chauffer de tisane pour son bébé la nuit! Ce petit détail d'un intérieur paisible et heureux n'est-il pas touchant au possible! Mais oui, petits meuniers hydro-électriciens champenois et normands, croissez en paix et multipliez en nombre pour le plus grand bien de la France, c'est le vœu le plus sincère de l'auteur, qui pourra sans doute clore cette seconde partie par le : *Quod est demonstrandum.*

P.-S. — Pourvu que mon meunier de Saint-Élier n'aille pas faire des photos à Mareuil-le-Port avant moi!

TROISIÈME PARTIE

GRAPHIQUES ET TABLEAUX. — CONCLUSIONS

I. — GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Cette troisième et dernière partie contiendra plus de traits et de chiffres que de caractères d'imprimerie ; la méthode graphique permet, en effet, de présenter un ensemble de faits sous une forme aussi abrégée que persuasive. Quelques tableaux classeront ensuite synthétiquement les *faits accomplis*, dont l'énumération a été si longuement poursuivie dans la deuxième partie. Enfin, des tables permettront au lecteur, que j'ai l'espoir d'avoir converti à l'hydro-électricité, de rechercher les éléments de cette nouvelle science se dédoublant en deux parties distinctes (Hydraulique et Électricité), présentant cependant tant de côtés communs, s'alliant surtout si bien ensemble et depuis peu seulement.

Le langage des dates, données absolument certaines, recueillies avec le plus grand soin, y sera la plupart du temps employé. Je commencerai par quelques données détaillées bien qu'anciennes déjà, mais toujours opportunes, sur l'élément le plus essentiel de la puissance hydraulique : la *pluviométrie;* la carte de l'Orne (*fig.* 123) est suivie d'une table contenant des observations de débit des principales rivières de ce département. Elle sera suivie de trois graphiques (graphiques I, II et III) montrant clairement, parmi les installations hydro-électriques décrites, toujours dans les huit dépar-

tements envisagés, le développement chronologique continu, avec des progressions semblables dans les trois groupes adoptés.

Le tableau synthétique qui les suivra (p. 264-267) groupera ces installations dans un ordre d'idées différent; le rapprochement entre les dates de leur établissement dans chaque département confirmera la loi des... *moutons de Panurge;* ce groupement est aussi mis en évidence sur les cartes des huit départements. La dynamo, avec sa disposition à l'aimantation, ne peut manquer d'attirer auprès d'elle d'autres dynamos encore, et, lorsqu'elle aura pris racine auprès d'une rivière, semblable au peuplier, dont les rejetons tenaces surgissent de tous côtés dans les prairies, ce sera pour longtemps, bien longtemps, le mot toujours ne pouvant être employé dans une étude positive. Que l'exemple soit donné par une ville, un château ou une usine quelconque, la lampe électrique perce de loin dans l'obscurité, le soir venu, et la démonstration des avantages de l'éclairage hydro-électrique est faite *ipso facto.*

Les graphiques et tableaux trouveront un complément tout indiqué dans les huit relevés correspondant aux huit départements (p. 268 et 269), énumérant brièvement les usines hydrauliques des industries les plus variées ayant recours à la dynamo pour leur éclairage électrique particulier; ce dernier fait n'étant qu'accessoire pour celles-ci, je n'ai pu les comprendre dans la liste déjà bien assez étendue des installations hydro-électriques proprement dites; j'ai maintes fois exprimé l'opinion qu'elles se sont placées ainsi dans des conditions très avantageuses au bon travail. Le total de 252 usines hydrauliques (p. 270) sur les 3.609 en activité, en 1900, de la région est encore assez faible, mais c'est sans doute dans la voie de cet usage accessoire d'une dynamo que les recensements de l'avenir nous ménagent des surprises. Il sera d'autant plus facile de s'assurer de ces progrès que le recensement auquel il va être procédé, en 1906, maintiendra, dans le questionnaire, la demande suivante de renseignements introduite, pour la première fois, en 1903, lors d'un recensement des forces hydrauliques des huit départements de la région Normande, exécuté par les soins du service de la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles. Cette question était ainsi conçue :

« La force motrice hydraulique est-elle utilisée, même accessoi-
« rement, à la production de l'énergie électrique ?...

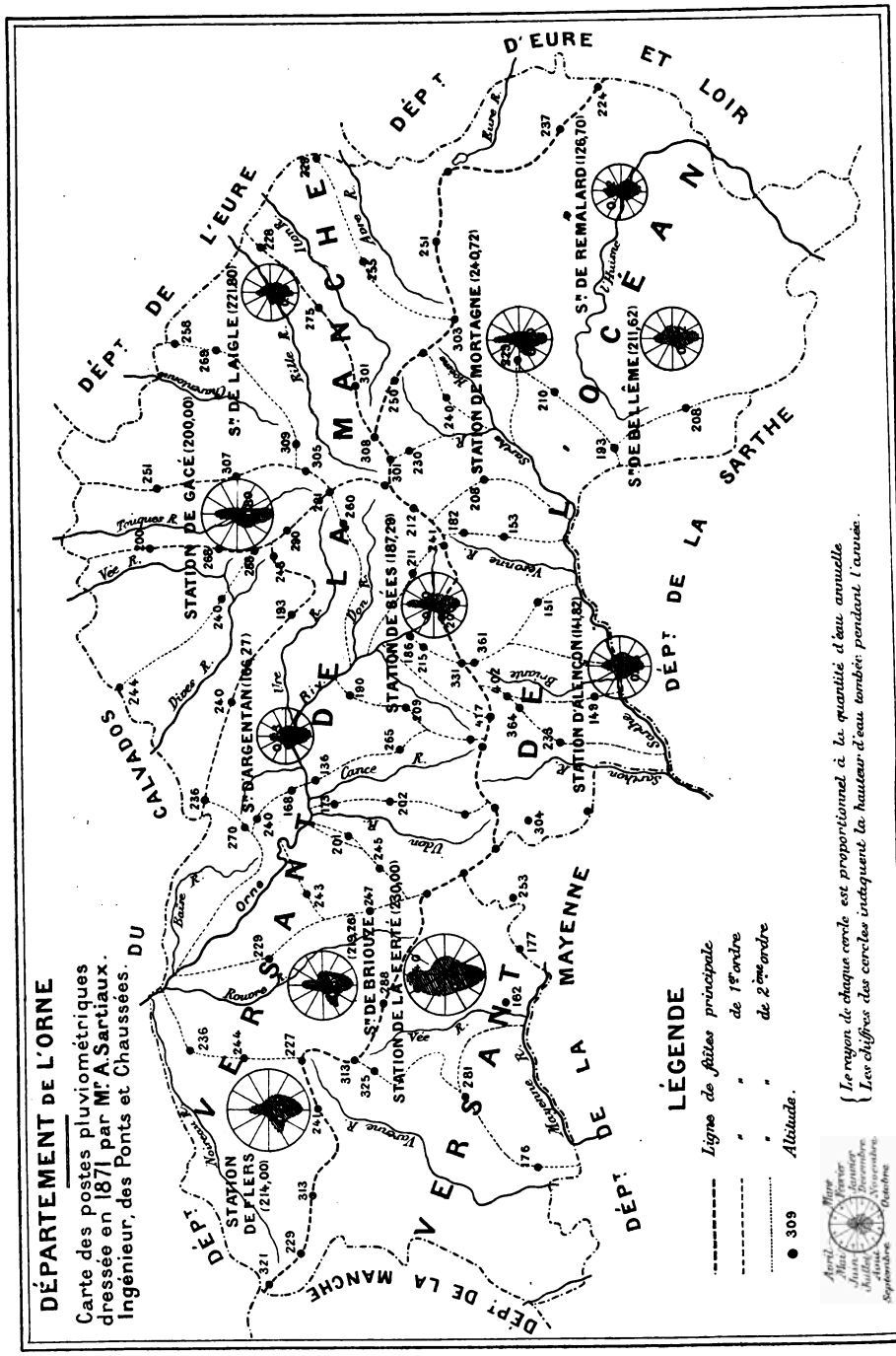
« Quel usage est-il fait de cette énergie électrique?... »

C'est grâce à ces éléments certains, au lieu de pénibles et longues recherches personnelles, que j'ai pu établir, sous le contrôle de la Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles, une carte murale à grande échelle, qui figurait à l'Exposition internationale de Liège, en 1905. La reconnaissance que j'ai déjà tenté d'exprimer à M. le Ministre de l'Agriculture, et dont la dédicace n'est qu'un bien faible témoignage, est donc des plus réelles de ma part. Cette Direction, tout particulièrement en la personne de son actif et accueillant directeur, M. Léon Dabat, m'a donné en cette occasion un appui sans lequel mes efforts fussent restés impuissants; les meilleurs conseils d'un ingénieur des constructions civiles des plus distingués, chargé du service technique, M. Paul Lévy-Salvador, ne m'ont non plus jamais fait défaut et m'ont souvent permis de faire appel aux archives du service hydraulique, dans les départements de la région Normande.

La proportion entre les rivières navigables ou flottables et celles qui ne le sont pas est tout à l'avantage de ces dernières pour la contrée dans laquelle je me suis tracé des limites naturelles; toutefois le bon sens dit qu'il n'est pas possible d'omettre les cours d'eau navigables dans l'inventaire des ressources hydrauliques d'un département, lorsque l'on prend pour base d'une étude cette unité administrative; or, j'ai expliqué qu'il n'en est pas d'autre à l'heure actuelle.

Il me fallait donc prendre également connaissance de certains documents dont la garde est confiée au Ministère des Travaux publics, et je serais impardonnable de ne pas me souvenir de l'accueil tout aussi gracieux qui m'attendait à la Direction de la Navigation, des Routes et des Mines. Dans le cas présent, le service particulier avec lequel je dus entrer en rapport était dirigé par M. Louis Tisserant, chef de bureau, d'une compétence toute spéciale en matière administrative.

J'ai parlé antérieurement du service de la statistique générale; il a à sa tête un ingénieur d'un grand savoir. M. Lucien March a su unir à la rigueur professionnelle imposée par la possession de documents aussi intimes la confiance qu'a su lui inspirer la persévérante patience d'un amateur épris de statistique.



Gravé par G. Mayer, 5 Rue du Bord de Lait, Paris.

FIG. 123.

DÉBITS DES PRINCIPALES RIVIÈRES DE L'ORNE

COURS D'EAU	SUPERFICIE	NATURE GÉOLOGIQUE	CARACTÈRE DU SOL	DÉBIT MOYEN de janvier à décembre
	hectares			m. c.
Noireau.....	10.255	Terrain primitif et schisteux.	Imperméable.	3.634
Rouvre.....	33.786	— —	—	4.578
Mayenne.....	52.774	— —	—	10.094
Varenne.....	60.924	— —	—	10.784
Orne.....	116.275	Terrain primitif et oolithique.	Peu perméable.	12.723
Dives.....	22.287	Terrain oolithique.	Perméable.	0.696
Touques.....	19.942	Terrain oolithique et crétacé.	Perméable.	2.008
Charentonne..	9.782	Terrain tertiaire.	Assez perméable.	0.545
Rille.....	23.245	Terrain crétacé et tertiaire.	Perméable.	1.804
Iton.....	16.479	Terrain tertiaire.	Très perméable.	0.843
Avre.....	8.414	Terrain crétacé et tertiaire.	Peu perméable.	0.403
Huisne.....	69.709	Terrain crétacé.	Perméable.	5.828
Sarthe.....	71.995	Terrain oolithique et crétacé.	Peu perméable.	4.321

Les observations relatives aux années suivantes se retrouvent au complet, au Bureau central météorologique de France. Elles m'ont fourni les éléments du tableau ci-après (p. 260).

C'est d'après celles-ci que j'ai établi les moyennes des débits de la Rille, et ensuite la courbe qui a été comparée à celle de l'Iton (*fig.* 13); du reste, les observations portaient sur 13 rivières de l'Orne, et si j'ai choisi, comme type, la rivière de l'Iton, c'est que la tréfilerie de Chandai, dont il a été maintes fois question, était précisément un de ces postes d'observations, étant la dernière en aval sur ce cours d'eau dans le département de l'Orne.

Les deux tableaux concernant les débits des rivières du département de l'Orne sont extraits d'une notice sur *la Météorologie générale et les observations météorologiques dans le département de l'Orne*, parue en 1871 (Bibliothèque nationale de Paris, inventaire N° 47.928 V.) Il serait à désirer que ces observations, dont l'intérêt ne saurait être méconnu, fussent reprises par l'Administration.

DÉBITS DE L'ITON, EN SECONDES, AU BARRAGE DE LA TRÉFILERIE DE CHANDAI, RELEVÉS PAR LA COMMISSION SCIENTIFIQUE ET MÉTÉOROLOGIQUE DE L'ORNE ET PUBLIÉS PAR LES SOINS DU CONSEIL GÉNÉRAL

ANNÉES :	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	MOYENNE des 12 ANNÉES
Janvier	(?)	3.669	578	1.118	372	526	181	422	238	626	298	228	750
Février	825	2.006	662	2.477	462	828	858	452	137	789	169	1.934	967
Mars	765	514	2.976	1.022	461	718	204	452	121	629	274	3.767	983
Avril	640	355	1.687	1.137	1.904	312	427	212	109	373	577	173	700
Mai	727	182	282	979	122	463	316	130	387	145	321	307	360
Juin	649	355	1.050	577	137	395	125	76	188	192	171	162	333
Juillet	552	280	421	384	122	357	124	47	102	270	130	106	226
Août	153	325	246	368	93	172	48	74	116	279	115	408	184
Septembre	530	253	207	459	78	139	1.722	149	135	156	148	424	363
Octobre	377	274	279	497	124	116	623	101	103	593	107	500	321
Novembre	347	1.593	477	674	737	101	1.639	87	438	533	96	537	572
Décembre	1.015	309	2.049	642	612	65	1.476	261	700	494	1.513	722	858
MOYENNE	598	843	910	852	233	349	645	207	421	423	327	772	

PROGRESSION DES INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES DANS LA RÉGION NORMANDE PAR PÉRIODES QUINQUENNALES

PREMIER GRAPHIQUE

LES STATIONS CENTRALES

De 1880 à 1884 :

Domfront (Orne); Thury-Harcourt (Calvados); Montfort-Saint-Philbert (Eure); total, 3.

De 1885 à 1889 :

Lery, Cormeilles (Eure); total, 2.

De 1890 à 1894 :

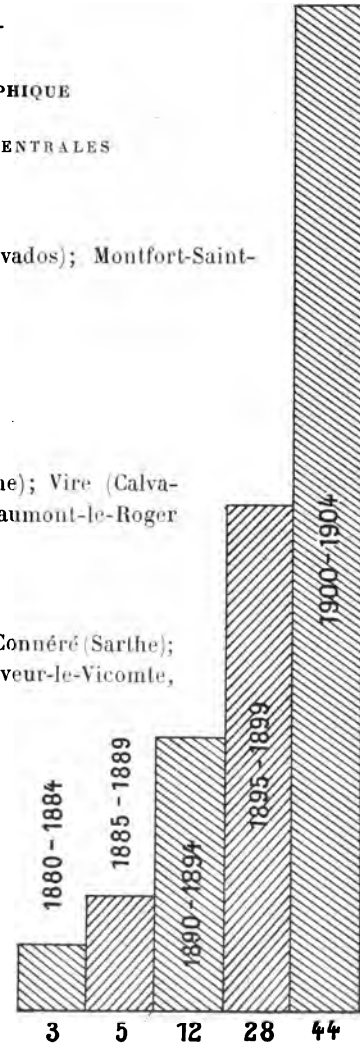
Le Lude, Vaas (Sarthe); Mortain (Manche); Vire (Calvados); Pont-Saint-Pierre, Pont-Audemer, Beaumont-le-Roger (Eure); total, 7.

De 1895 à 1899 :

Sablé, Malicorne, La Chartre-sur-le-Loir, Connéré (Sarthe); Andouillé (Mayenne); Briquebec, Saint-Sauveur-le-Vicomte, Saint-Hilaire-du-Harcouët, Ducey (Manche); Mezidon, Falaise (Calvados); Le Vaudreuil, Rugles, Douville, Lyons-la-Forêt, les Andelys (Eure); Anneville-en-Saire (Manche) : total, 17.

De 1900 à 1904 :

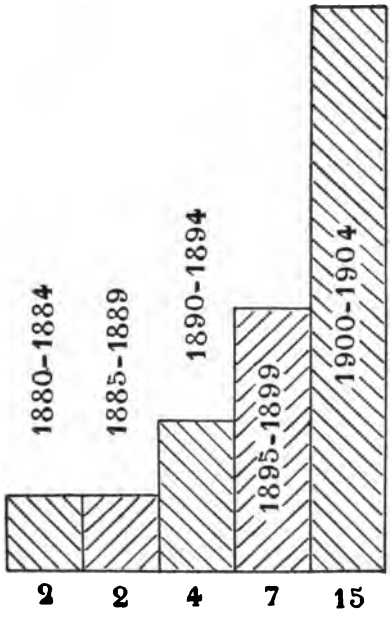
Putanges, Rémalard, Boucé (Orne); Gorron (Mayenne); Cérences, Torigni-sur-Vire, Tessy-sur-Vire, Sourdeval-la-Barre, Saint-James (Manche); Orbec, Pontfarcy (Calvados); Pont-Authou, La Ferrière-sur-Rille, Sainte-Geneviève-les-Gasny (Eure); Seiches (Maine-et-Loire); total, 15.



PROGRESSION DES INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES DANS LA RÉGION NORMANDE PAR PÉRIODES QUINQUENNALES

DEUXIÈME GRAPHIQUE

LES INSTALLATIONS PARTICULIÈRES



De 1880 à 1884 :

Condé-sur-Iton, près Breteuil (Eure); Tourlaville, près Cherbourg (Manche); total, 2.

De 1885 à 1889 :

Néant.

De 1890 à 1894 :

Mesnil-Glaise, près Argentan (Orne); Toutainville, près Pont-Audemer (Eure); total, 2.

De 1895 à 1899 :

Bouche-d'Aigre, près Châteaudun (Eure-et-Loir); Soucelles, sur la Sarthe, au-dessus d'Angers (Maine-et-Loire); Tourville, près Pont-Audemer (Eure); total, 3.

De 1900 à 1904 :

Les Masselins, près Laigle, et Torchamp, près Domfront (Orne); Marmousse, près Dreux, et Mémillon, près Châteaudun (Eure-et-Loir); Saint-André, non loin de Caen (Calvados); Sainte-Hélène et Radepont, dans la vallée de l'Andelle, en face de Louviers, puis Giverny, à l'embouchure de l'Epte dans la Seine, tous trois dans l'Eure; total, 8.

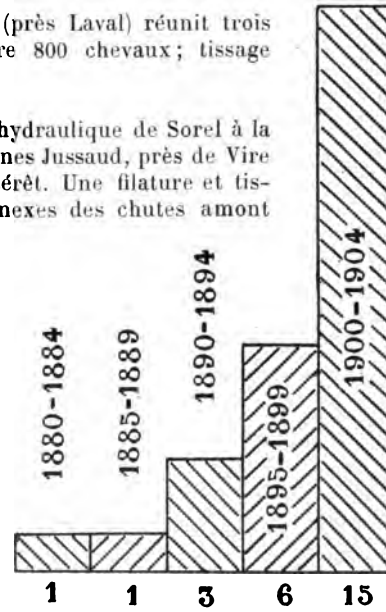
(Giverny est actuellement en chômage pour modification de l'usine électrique.)

Enfin, total général : 15.

PROGRESSION DES INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES DANS LA RÉGION NORMANDE PAR PÉRIODES QUINQUENNALES

TROISIÈME GRAPHIQUE

LES TRANSPORTS D'ÉNERGIE INDUSTRIELS ET LES APPLICATIONS DIVERSES DE L'ÉLECTRICITÉ MÊME



De 1880 à 1884 : L'usine de Rochefort (près Laval) réunit trois chutes sur la Mayenne et peut atteindre 800 chevaux; tissage d'amiante et fours électriques.

De 1885 à 1889 : néant.

De 1890 à 1894 : Transport de la force hydraulique de Sorel à la papeterie de Saint-Roch. Transport des usines Jussaud, près de Vire (Calvados), offrant un grand et nouvel intérêt. Une filature et tissage occupent l'usine centrale et les annexes des chutes amont et aval; toutes trois sont réunies par l'électricité : la première a une machine à vapeur et aux époques de sécheresse vient ainsi en aide aux deux autres; en hiver, au contraire, la force hydraulique dépassant les besoins des deux annexes, celles-ci envoient à l'usine centrale l'énergie nécessaire, éteignant en quelque sorte la machine à vapeur pour de longs mois. Le beau travail de l'État pour l'éclairage et les manœuvres des écluses de Poses, sur la Seine (Eure). Total, 3.

De 1895 à 1899 : Nous avons vu l'établissement de La Chapelle-Montligeon avec la carte de l'Orne. Dans l'Eure-et-Loir, la tannerie de Vriseuil utilise, en même temps que sa force hydraulique, la chute voisine à 500 mètres, par un transport électrique.

De 1900 à 1904 : Saussay dans l'Eure-et-Loir. Nous avons ensuite le cas d'un transport pour une meunerie, dans la Sarthe ; la distance entre le moulin des Calots et l'ancien moulin fermé (dit Grand-Moulin) est de 800 mètres; les deux forces, de 25 et 50 chevaux, sont aujourd'hui réunies pour la même industrie. A Saint-Elier, près de Conches, nouveau transport pour 8 chevaux. Ls usines de Navarre, également dans l'Eure, en transportent 60. Dans la Mayenne, à l'emplacement des nouvelles mines d'or (le Bas-Coudray), une force hydraulique sert aussi pour des fours électriques. A Cheffes (Maine-et-Loire), une fabrique d'accumulateurs électriques ; en ajoutant la bonneterie du Petit-Mirvault, dans la Mayenne, où tous les métiers sont actionnés par l'électricité, et la fabrique de Moincourt, dans l'Eure, où l'on fait des cafetières en cuivre nickelées par l'électrolyse, nous arrivons, pour cette période de cinq années, au total de 8. Le total général est de 15.

ABRÉVIATIONS
(V.) = ville;
(Ch.) = château;
(T.) = transport.

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES INSTALLATIONS

DATES	ORNE	EURE-ET-LOIR	SARTHE	MAYENNE
1880	Domfront (V.)	—	—	—
	—	—	—	—
1883	—	—	—	—
	—	—	—	—
1884	—	—	—	—
	—	—	—	Rochefort (T.)
1888	—	—	—	—
1889	—	—	—	—
1890	—	—	—	—
1892	—	—	—	—
	—	—	—	—
1893	—	—	Le Lude (V.)	—
	—	—	Vaas (V.)	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	Sorel-Moussel (T.)	—	—
1894	—	—	—	—
	Mesnil-Glaize (Ch.)	—	—	—
1895	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
1897	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	Bouche-d'Aigre (Ch.)	—	—
	—	Vriseuil (T.)	—	—
	—	—	—	—
1898	Montligeon (T.)	—	Sablé (V.)	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	Malicorne (V.)	—

HYDRO-ÉLECTRIQUES DE LA RÉGION NORMANDE

MAINE-ET-LOIRE (PARTIEL)	MANCHE	CALVADOS	EURE
—	—	—	—
—	—	—	Condé-sur-Iton (Ch.)
—	—	Thury-Harcourt (V.)	—
—	Tourlaville (Ch.)	—	—
—	—	—	Montfort-sur-Rille (V.)
—	—	—	—
—	—	—	Léry (V.)
—	St-Hilaire-du-Harcouët (V.)	—	—
—	—	—	Cormeilles (V.)
—	—	—	Toutainville (Ch.)
—	—	—	Le Vaudreuil (V.)
—	—	—	—
—	—	—	—
—	Mortain (V.)	—	—
—	—	Vire (V.)	—
—	—	—	Pont-Audemer (V.)
—	—	—	Beaumont-le-Roger (V.)
—	—	—	—
—	—	—	Poses (T.)
—	—	—	—
—	—	Jussaud (T.)	—
—	—	Mézidon (V.)	—
—	—	—	Rugles (V.)
—	—	—	Les Andelys (V.)
—	—	—	Lyons-la-Forêt (V.)
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	Chauvaincourt (T.)
—	—	—	—
—	—	—	—
Soucelles (Ch.)	—	—	—
—	Briquebec (V.)	—	—
—	St-Sauveur-le-Vicomte (V.)	—	—
—	Anneville-en-Saire (V.)	—	—
—	—	—	Pont-Saint-Pierre (V.)
—	—	—	Tourville (V.)

DATES	ORNE	EURE-ET-LOIR	SARTHE	MAYENNE
1899	—	—	La Chartre-s.-Loir (V.)	—
	—	—	Connéré (V.)	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
1900	Les Masselins (Ch.)	—	—	—
	—	—	Les Calots (T.)	—
	—	—	—	—
1901	Putanges (V.)	—	—	—
	—	Mémillon (Ch.)	—	—
	—	—	—	Andouillé (V.)
	—	—	—	Gorron (V.)
	—	—	—	Bas-Coudray (T.)
	—	—	—	—
	—	—	—	—
1902	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
1903	—	Marmousse (Ch.)	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
1904	Boucé (V.)	—	—	—
	Rémalard (V.)	—	—	—
	Torchamp (Ch.)	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
	—	—	—	—
1905	Moulins-la-Marche (V.)	—	—	—

MAINE-ET-LOIRE (PARTIEL)	MANCHE	CALVADOS	EURE
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	Ducey (V.)	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	Radepont (Ch.)
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	Cérences (V.)	—	—
—	—	—	Sainte-Hélène (Ch.)
Seiches (V.)	—	—	—
Cheffes (T.)	—	—	—
—	Torigni (V.)	—	—
—	—	Orbec (V.)	—
—	—	Falaise (V.)	—
—	—	Saint-André (Ch.)	—
—	—	—	Douville (V.)
—	—	—	Navarre (T.)
—	—	—	Saint-Elier (T.)
—	—	—	—
—	Sourdeval (V.)	—	—
—	Tessy (V.)	—	—
—	—	Pontfarcy (V.)	—
—	—	—	Pont-Authou (V.)
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	Saint-James (V.)	—	—
—	—	Aunay-s.-Odon (V.)	—
—	—	—	La Ferrière-sur-Rille (V.)
—	—	—	Ste-Geneviève-les-Gazny (V.)
—	—	—	Saussay (T.)
—	—	—	Gisors (V.)
—	—	—	—

ÉNUMÉRATION PAR DÉPARTEMENT DES USINES HYDRAULIQUES D'INDUSTRIES DIVERSES S'ÉCLAIRANT A LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

DANS L'ORNE

Moulins à céréales	11
Filatures et tissages	12
Papeteries	2
Tréfilerie	1
Scierie	1
Fabrique de perles	1
TOTAL	28

DANS L'EURE-ET-LOIR

Moulins à céréales	11
Laiteries	2
Fabrique de liqueurs	1
Scierie	1
Moulin à tan	1
Fabrique de chaux et ciment	1
Fabriques de peignes	1
Atelier de confections pour dames	1
Tréfilerie-bijouterie	1
Imprimerie-lithographie	1
TOTAL	21

DANS LA SARTHE

Moulins à céréales	10
Papeteries	4
Filatures et tissages	2
Tannerie	1
Fonderie et tréfilerie de cuivre et d'acier	1
TOTAL	18

DANS LA MAYENNE

Moulins à céréales	8
Tréfileries et tissages	3
Bonneterie	1
Fabrique de tissus élastiques	1
Scieries	2
Tannerie	1
Fonderies	2
A reporter	18
Report	18
Tissage d'amiante	1
Laboratoires industriels avec fours électriques	2
TOTAL	21

DANS LE MAINE-ET-LOIRE

Moulins à céréales	4
Papeterie	1
Fabrique d'accumulateurs	1
Fabrique de moteurs pour automobiles	1
Fabrique de canots automobiles	1
TOTAL	8

DANS LA MANCHE

Moulins à céréales	11
Filatures et tissages	4
Moulin à foulon	1
Scieries	2
Fabrique de lanternes vénitiennes	1
Fabrique de couverts	1
TOTAL	20

DANS LE CALVADOS

Moulins à céréales	7
Filatures (l'industrie l'emporte donc sur l'agriculture)	16
Fabriques de drap	2
Bonneteries	2
Cidreries (exemple inédit jusqu'alors)	3
Laiteries-fromageries	2
Scieries	3
Scierie de granit	1
Papeterie	1
Fabrique de produits caoutchoutés	1
Ferronneries	3
TOTAL	41

DANS L'EURE

Moulins à céréales	25
Laiteries-beurreries	2
Fabrique de pâte pour oiseaux	1
Filatures et tissages	18
Fabriques de drap	10
Filatures de mèches	3
Fabrique de toiles cirées	1
Fabrique de feutre	1
Bonneterie	1
Fabrique de caoutchouc	1
Fabriques de lacets de chaussures	2
Fabriques de peignes	4
Fabrique d'instruments de musique	1
Fabrique de jouets d'enfants	1
Papeteries	3
A reporter	74

Report	74
Imprimerie chromo - lithographique	1
Scieries	3
Moulin à tan	1
Tanneries	2
Fabrique de fibres de bois pour emballage	1
Verrerie	1
Fonderies et tréfileries	5
Fonderie de cloches	1
Quincailleries	3
Tréfilerie or et argent	1
Fabrique de jantes de bicyclette	1
Fabrique de cafetières et nickelage	1
Fabrique d'instruments agricoles	1
Fabrique de métiers pour dentelle	1
TOTAL	97

TABLEAU RÉCAPITULATIF

PREMIÈRE CATÉGORIE. — USINES HYDRAULIQUES PRODUISANT L'ÉLECTRICITÉ POUR L'ÉCLAIRAGE ET LE TRANSPORT DE LA FORCE

Villes	43
Propriétés	11
Distribution d'énergie	3
A reporter	57

Report	57
Réunions de chutes	9
Transports à distance	8
TOTAL	74

DEUXIÈME CATÉGORIE. — USINES HYDRAULIQUES PRODUISANT L'ÉLECTRICITÉ POUR LEUR ÉCLAIRAGE

Moulins à céréales	87
Filatures et tissages	55
Fabriques de draps	13
Scieries	12
Papeteries	10
Fonderies	8
Ferronneries	6
Laiteries-fromageries	6
Fabriques de peignes	5
Tanneries	4
Bonneteries	4
Filatures de mèches	3
Cidreries	3
Tréfileries	2
A reporter	218

Report	218
Moulins à tan	2
Imprimeries lithographiques	2
Fours électriques	2
Fabrique de feutre	1
Fabrique de ouate	1
Fabrique d'instruments de musique	1
Fabrique de jouets d'enfants	1
Fabrique de fibres de bois	1
Verrerie	1
Fabrique de perles	1
Fabrique de liqueurs	1
A reporter	232

Report	232
Fabrique de chaux et ciment	1
Confection pour dames	1
Fabrique de lacets de chaussures	1
Fabrique de tissus élastiques	1
Fabrique de produits caoutchoutés	1
Fabrique de toiles cirées	1
Tissage d'amiante	1
Fabrique d'accumulateurs	1
Fabrique de moteurs automobiles	1
Fabrique de canots automobiles	1
A reporter	242

Report	242
Fabrique de jantes de bicyclettes	1
Fabrique de lanternes vénitiennes	1
Fabrique de couverts	1
Scierie de granit	1
Fabrique de pâte pour oiseaux	1
Fonderie de cloches	1
Tréfileries or et argent	1
Fabrique de cafetières	1
Fabrique d'instruments agricoles	1
Fabrique de métiers de dentelle	1
TOTAL	252

II. — CONCLUSION

Je pourrais être étonné moi-même du succès obtenu dans ma tentative de vulgarisation et de propagande aussi bien dans les milieux officiels que dans le monde de la presse, si je ne savais en reporter la majeure partie à la bonté de la cause que je sers : la houille verte. Mon modeste mérite aura été de faire connaître mon installation hydro-électrique et de ne pas mettre ma bougie... électrique sous le boisseau. J'ai voulu surtout inspirer confiance dans la bonne fée *Électricité*, et encore stimuler l'ardeur, engourdie seulement, des nombreux propriétaires de barrages.

A ce dernier point de vue, je puis encore demander : pourquoi l'électricité a-t-elle plutôt triomphé en certains endroits que dans d'autres placés dans des circonstances tout aussi favorables? Comment persuader que l'établissement d'une usine hydro-électrique, même minime, est précieuse et même assez facile?

On craint l'électricité, on a cependant bien tort. Je puis rappeler ici le chapitre intitulé *De fil en aiguille*, de la première partie de ce livre, chapitre, qui, sans cacher mon peu de préparation à la tâche entreprise, a dévoilé les motifs des nombreuses monographies de la région Normande. Je puis même renvoyer au passage relatant les inquiétudes soulevées autour de moi, par mes projets, jugés alors bien téméraires, d'établissement d'électricité à la campagne.

Enfin, évoquant tous ces témoignages, je n'hésite plus à affirmer

que la pratique de l'électricité, aussi bien pour l'éclairage que pour actionner divers moteurs, est bien moins dangereuse qu'on ne peut supposer, surtout lorsqu'elle est produite par une chute d'eau. La mise en marche si simple de ma turbine ne peut être comparée aux soucis que m'aurait donnés une machine à vapeur, voire même un moteur au pétrole. Si les dangers d'explosion sont rares, ils n'en subsistent pas moins; dans le cas des moteurs hydrauliques ils sont même inconnus. Malgré tous ses avantages, l'emploi de l'électricité, surtout dans les campagnes, ne se répand qu'avec une grande lenteur. Mais n'en a-t-il pas été de même de tous les progrès à leur début?

J'aurais souhaité que la plaque photographique gardât l'impression des traits, que le phonographe enregistrât les paroles du premier tailleur en présence d'une petite machine qui cousait toute seule et grâce au mouvement des pieds encore! Plus d'une ménagère dut ensuite l'envier, et cependant aujourd'hui la machine à coudre est partout, chez le grand couturier comme dans le petit ménage. Cette autre utopie du passé de se promener sur les routes, à cheval sur deux roues, est-elle bien ancienne? Quel progrès entre la bicyclette actuelle et son ancêtre la scelerette. Et l'automobile...? Et la machine à écrire et à calculer...! Et la machine à sténographier pour gagner toujours du temps...! La liste serait longue et cependant loin d'être close sans doute.

Je sais bien que nombre de gens diront : *Que voulez-vous que tout cela me fasse, puisque je n'ai pas de barrage?* Belle raison! D'autres en ont et je me suis adressé de préférence à eux. Ceux qui n'en possèdent pas actuellement peuvent encore en acquérir des propriétaires qui délaissent une ressource cependant si certaine. Le *Supplément du département de l'Eure* (chap. xx, p. 253) ne témoigne-t-il pas que l'*œuvre des petits moulins de la houille verte française* peut porter des fruits. Puis, je m'adresse également aux gens qui n'ont pas d'idées arrêtées là-dessus, à ceux qui penseront : « Je ne vois pas le parti que je puis tirer de la *houille verte*, mais un tel en a et je vais lui conseiller d'y songer sérieusement. » Mon but sera atteint.

Je ne puis omettre d'exprimer ici, en terminant, mes remerciements à tous mes correspondants improvisés de la région Normande, à tous ces électriciens, dont l'obligeance m'a permis de me docu-

menter jusqu'à prendre des vues photographiques dans l'intérieur de leurs usines ou même à me fournir des plans.

Je n'ai plus qu'un souhait à exprimer, celui que le lecteur puisse, en lisant ces pages, vécues pour la plupart, lors de mes excursions dans la région Normande, ressentir un peu de ce que j'ai éprouvé moi-même de surprise en prenant toutes ces photographies qui ont encore témoigné de ma présence dans ces lieux, et en constatant une si grande variété dans le domaine des applications de l'Électricité. Puisse-t-il dire du livre qu'il est plein d'*air* et de *grande lumière*, et penser de l'auteur que c'était un Français bien intentionné.

TABLE APHABÉTIQUE DES MATIÈRES

N. B. — *Les noms en italique sont ceux des installations hydro-électriques*

A

Pages.

Accumulateurs (Généralités sur les) 91, 180
Accumulateurs (Liste des installations hydro-électriques disposant d') :
Les Andelys 242
Beaumont 227
Bouche-d'Aigre 150
Cérences 196
Chartre-sur-le-Loir (La) 162
Condé-sur-Iton 233
Cormeilles 232
Domfront 131
Douville 246
Falaise 212
Ferrière (La) 227
Gisors 243
Lude (Le) 158
Lyons-la-Forêt 243
Marmousse 151
Mémillon 151
Montfort-sur-Rille 229
Mortain 189
Moulins-la-Marche 143
Orbec 214
Pont-Audemer 230
Pontfarcy 211
Poses 239
Radepont 247
Rémalard 139
Rugles 227
Saint-Hilaire 188
Saint-James 199
Seiches 182
Tessy 197
Thury-Harcourt 214
Torigni 195
Toutainville 232
Tourville 231
Vire 205

Pages.

Aix-la-Chapelle (Conférence faite à). 5, 113
Altitudes principales de la région Normande 24
Amateur hydro-électricien dans les Vosges 50
Amateur hydro-électricien à Saint-Denis 51
Ampèremètre 35, 139
Andelys (Les) 242
Andouillé 172
Anneville-en-Saire 199
Assemblage des cartes de la région Normande 18
Atelier familial 127, 203
Aunay-sur-Odon 216

B

Bacs d'accumulateurs 90
Balais des dynamos au charbon . 44, 137
Bandes souples conductrices 38
Bas-Coudray 173
Batterie d'accumulateurs 46, 94
Beaumont-le-Roger 227
Boucé 141
Bouche-d'Aigre 150
Briquebec 198

C

Calots (Les) 164
Carte du Calvados 220
— de l'Eure 249
— de l'Eure-et-Loir 154
— du Maine-et-Loire 183
— de la Manche 201
— de la Mayenne 174
— de l'Orne 145
— de la Sarthe 166
Cérences 199
Chandai (Ancienne tréfilerie de). 14, 19

Pages.
Chartre-sur-le-Loir (*La*)..... 162
Chauffage électrique..... 53
Chauffage avec déchets..... 103, 106
Chauvaincourt..... 244
Cheffes..... 180
Cheval-vapeur..... 33
Chevaux permanents..... 3
— périodiques..... 3
Concours de petits moteurs à Lyon. 128
Condé-sur-Iton..... 233
Conducteurs..... 40
Connéré..... 164
Consistance d'une usine..... 19
Consommation du charbon dans le monde..... 81
Consommation du charbon en Normandie..... 83
Composition de l'eau..... 22
Composition géologique du sol de la région Normande..... 24
Cormeilles..... 232
Coupe-circuit..... 41
Courbe relative à l'éclairage électrique..... 27
Courbe des débits d'une rivière avec étang..... 26
Courbe des débits d'une rivière sans étang..... 26
Court-circuit..... 41
Creux de la sécheresse..... 3, 105
Cylindre (Avantage des moulins à) 146, 178

D

Débits de l'Iton (douze années)..... 260
Débits des principales rivières de l'Orne..... 259
Densité forestière dans la région Normande..... 23
Dérivation (Couplage en)..... 39
Direction du travail..... 99
— de l'hydraulique et des améliorations agricoles . 17, 65
— des routes, des mines et de la navigation..... 63, 257
Distinction des usines situées sur rivières navigables ou non navigables. 61
Distribution électrique (Principes généraux de la)..... 41, 132
Distribution à 3 fils (Principes de la). 132
— par dynamos égalisatrices..... 161
Distribution par courant continu à :
55 volts, à Douville..... 246
110 — aux Andelys..... 242
— — à Andouillé..... 172
— — à Anneville..... 199
— — à Boucé..... 141
— — à Bouche-d'Aigre..... 150
— — à Chauvaincourt..... 244
110 volts à Condé..... 233
— — à Cormeilles..... 232
— — à la Ferrière..... 229
— — à Gisors..... 243
— — à Gorron..... 172
— — à Lyons-la-Forêt..... 243
— — à Malicorne..... 164
— — à Marmousse..... 151
— — à Mesnil-Glaize..... 133
— — à Montligeon..... 135
— — à Montfort..... 229
— — à Pont-Audemer..... 231
— — à Pont-Farcy..... 211
— — à Radepont..... 247
— — à Rugles..... 227
— — à Sablé..... 163
— — à Seiches..... 182
— — à Soucelles..... 181
— — à Saint-André..... 221
— — à Saint-Sauveur..... 198
— — à Tessy..... 197
— — à Thury-Harcourt..... 214
— — à Torchamp..... 142
— — à Tourlaville..... 198
— — à Tourville..... 231
— — à Toutainville..... 232
— — à Vaas..... 162
115 volts, à Pont-Authou..... 229
120 volts, à Connéré..... 164
— — à Sainte-Hélène..... 247
— — aux Masselins..... 135
— — au Vaudreuil..... 233
125 — à la Chartre-s.-l.-Loir.. 162
160 — à Lévy..... 233
— — à Mémillon..... 151
210 — à Saint-Elier..... 236
220 — à Jussaud..... 210
— — à Moulins-la-Marche... 143
— — à Saint-James..... 199
240 — aux Calots..... 164
250 — à Saint-Nicolas..... 247
— — à Vriseuil..... 151
280 — à Poses..... 239
500 — à Sorel..... 147
Distribution par courant continu à 3 fils :
Prim., 220v; sec., 110v, à Beaumont. 277
— — — — à Cérences.. 196
— — — — à Falaise...
— — — — à Mortain.. 189
— — — — à Orbec.... 214
— — — — à Poses.... 239
— — — — à Putanges. 138
— 240 — 120 à Domfront. 131
— 250 — 110 au Lude.... 158
— 300 — 125 à Vire..... 205
— 500 — 220 à Rémalard. 139
— — — — à St-Hilaire.. 188
Distribution par courant continu mixte à 120 volts et 3 fils pri-

Pages.
maire 240 volts, secondaire 120 volts, à Mézidon 211
Distribution par courants alternatifs monophasés :
Prim., 3.000v; sec., 110v, à Sourdeval. 193
— 4.200 — 110 à Sainte-Geneviève. 246
— 5.000v; sec., 110v, à Briquebec. 198
— — — — à Torigni... 195
— — — 120 à Aunay.... 216
— 5.600 — 220 à Saussay.. 149
Distribution par courants alternatifs triphasés :
A 500 volts, à Navarre..... 235
Prim., 2.000v; sec., 125v, à Ducey. 192
Distribution à voltage variable :
Au Bas-Coudray..... 173
A Cheffes..... 180
A Rochefort..... 170
Déversoirs (Conseils sur les)..... 76
Documents statistiques de la France en 1850..... 99
Domaine public (Rivières du....)... 61
Domfront..... 131
Double transport d'énergie..... 210
Douville..... 246
Ducey..... 192
Dynamos (des)..... 43, 137

E

Eaux surabondantes..... 105
Economiste français (L')..... 6, 110, 128
Electromobiles (Voitures)..... 15, 123
Electrolyse..... 149, 244
Eléments d'accumulateurs..... 46
Enumération des usines diverses éclairées à l'électricité..... 268
Erg (L')..... 47
Essai de formation d'un syndicat d'électriciens..... 112
Essais de statistique (premiers)..... 98
Evaluation de la quantité de charbon restant en Angleterre..... 81
Existence légale d'une usine sur rivière navigable..... 64
Existence légale d'une usine sur rivière non navigable..... 19
Expérience de Branly..... 117
Expérience de train Renard en Normandie..... 104, 119
Extraction annnuelle du charbon en France..... 80

F

Fabrique d'accumulateurs..... 181
Facilité d'utiliser une chute d'eau pour la production de l'électricité. 60
Falaise..... 212

Pages.
Ferrière-sur-Rille (La)..... 229
Fibres de bois..... 229
Figaro (Le)..... 110
Fil de cuivre creux..... 117
Fers à repasser électriques..... 150, 210
Fours électriques..... 171

G

Gaz pauvre (Moteur au)..... 162
Génératrice électrique..... 45
Gisors..... 243
Gorron..... 172
Grande calorie..... 47
Grilles d'arrêt des turbines..... 72

H

Hectowatt..... 37
Hectowatt-heure..... 37
Houille blanche..... 1
— verte..... 1
Hydro-électricité..... 13

I

Inducteurs..... 43
Induits..... 44
Instructions pour la conduite des dynamos..... 15
Isolants..... 41
Iton (Utilisation de l')..... 48, 118

J

Jusseaud (Usines)..... 210

L

Lampes à vapeur de mercure..... 126
— des mineurs..... 125
— électriques (soin à donner aux) 94
— — poussées..... 94
Léry..... 233
Lude (Le)..... 158
Loi sur le régime des eaux..... 56
Loire navigable (La)..... 114
Longueur des principales rivières de la région Normande..... 30
Lyons-la-Forêt..... 243

M

Machines à vapeur dans l'Orne, en 1850..... 87
Machines à vapeur dans l'Orne, en 1900..... 85
Malicorne..... 164
Manœuvre des vannes..... 77
Marmousse..... 151
Masselins (Les)..... 135

Pages.
Mayenne navigable (Utilisation de la) 176
Memillon 151
Mesnil-Glaize 133
Mézidon 211
Mines de fer de Thury-Harcourt 221
— d'or de la Mayenne 173
Mode de recensement des mines hydrauliques 102
Montligeon (La Chapelle-) 135
Montfort-sur-Rille 229
Mont Saint-Michel 200
Mortain 189
Moteur à alcool (Généralités sur le) 125
— à pétrole (—). 88
Moteurs à pétrole (Liste des usines hydro-électriques utilisant des) :
Mézidon 211
Moulins-la-Marche 143
Moteurs électriques (Liste des emplois des) :
Aplatisseur d'avoine 141, 231, 244
Appareil frigorifique 142
Armurier 214
Batteuse 142, 244, 246
Beurrerie 161, 214, 227, 231, 247
Brise-tourteau 244
Carrossier 209
Calibrage de coke 214
Charcutier 189, 231, 243
Charpentier 207
Charron 161, 246
Confection vêtements 161
Coupe-racines 231, 243
Corderie 227
Coutellier 161, 209, 213, 243
Eau gazeuse 161, 209, 213, 247
Fabrique d'agglomérés ciments 231
Fabrique de colle 231
Fabrique de parapluies 209
Fondeur de cuivre 209
Grainetier 161
Grugeoir 141, 231, 244
Hache-paille 231
Huilerie 161
Imprimeur 133, 189, 209, 231
Irrigation 162, 234, 243, 246
Meule à aiguiser 227
Menuisier 161, 189, 214, 243, 246
Meunerie 141, 142, 207, 231
Pâtissier 209
Pétrin mécanique 142, 213, 214
Rôtissoir 161
Scierie 142, 161
Tannerie 227, 231
Tourneur en bois 161
Ventilateur boucherie 161
Moulins à vent de la région Normande en 1850 87
Moulins-la-Marche 143

N

Pages.
Navarre (Usines de) 235
Néo-métallurgie (La) 169
Niveau de retenue provisoirement abaissé 76
Nivellement universel 48

O

Orbec 214

P

Pâte de papier de bois 233
Parallèle (Couplage en) 39
Partiteur hydraulique 29
Pêche extraordinaire 66
— exceptionnelle 66
Petit-Temps (Le) 82, 108
Petite calorie 47
Pétrole (origine du) 89
Plaques d'accumulateur 91, 92
Plombs fusibles 42, 136
Pluviométrique (Carte) 258
Poids des dynamos 43
Poncelet (Unité) 33
Pont-Audemer 230
Pont-Authou 229
Pontfarcy 211
Poses 239
Précautions à prendre pour les voltages élevés 194
Pression sur le fond des rivières 102
Prix du charbon de 1883 à 1902 81
Projet de tramway électrique dans l'Orne 119
Progression des installations hydro-électriques 261, 263
Puissance hydraulique totale de la France 105
Putanges 138

R

Radepont 247
Recensement (Le) 99
Récepteur de turbine 68
Réceptrice électrique 45
Régulateur électrique de vannage 151
— de vitesse des moteurs hydrauliques 53, 239
Relation entre le watt et le cheval-vapeur 34
Rémalard 139
Répartition des moteurs à vapeur dans l'Orne 82
Réserves sur les débits des rivières 32
Réversibilité des dynamos 45
Rhéostat 42, 134

Pages.
Rochefort 170
Rôle de l'électricité dans la société moderne 106, 116
Roue à augets 72
— à cuiller 67
— à palettes 71
— Pelton 51
— Poncelet 193
— Sagebien 70
Roues superposées 71
Rugles 227

S

Sablé 163
Saint-André 221
Saint-Elier 236
Sainte-Geneviève 246
Sainte-Hélène 247
Saint-Hilaire-du-Harcouët 188
Saint-James 199
Saint-Nicolas du Pont-Saint-Pierre ... 247
Saint-Sauveur-le-Vicomte 198
Saussay 149
Seiches 182
Série (Couplage en) 39
Service de la houille blanche dans les Alpes 104
Signal de la Forêt d'Ecouves 19
Sorel-Moussel 149
Soucelles 181
Sourdeval 193
Statistique du charbon (Carte de la). 85
Succession de chutes utilisées par un même exploitant 9, 132, 148, 151, 164, 171, 210, 213, 238
Suppression des huileries (Conséquences de la) 202
Survolteur 230
Syndicats administratifs 111

T

Tableau comparatif des usines hydrauliques en 1850 et 1900 100
Tableau des usines de la Mayenne navigable 175
Tableau de contrôle électrique 138
Tableau de charge d'accumulateurs 45, 93
Tableau récapitulatif 269
Tableau synthétique des installations hydro-électriques 264, 267
Tan (Moulin à) 143
Téléphérage 122
Tension (Couplage en) 36, 39
Tessy-sur-Vire 197
Thalweg 23

Pages.
Thury-Harcourt 214
Tissage d'amiante 170
Topinambour (Alcool de) 125
Torchamp 142
Torigni-sur-Vire 195
Tourlaville 198
Tourville 231
Toutainville 232
Transformateur rotatif 196
— statique .. 193, 198, 216
Transport d'énergie agricole 238
Transport d'accumulateurs de Norwège en Europe 123
Trappe (Etangs de la) 28
Trolley-automoteur (Tramway à) 119
Turbines (Généralités sur les) ... 55, 68
Tubœuf (anciennes tréfileries de) 49, 127
Turbines (Liste des usines hydro-électriques utilisant des) :
Bas-Coudray 173
Boucé 141
Briquebec 198
Cérences 196
Domfront 131
Falaise 212
Lude (Le) 158
Marmousse 151
Masselins (Les) 135
Mémillon 151
Mesnil-Glaize 133
Mézidon 211
Montligeon 135
Montfort 229
Mortain 189
Pont-Authou 229
Poses 239
Putanges 138
Radepont 247
Rochefort 170
Sainte-Hélène 247
Saint-Hilaire 188
Saint-Sauveur 198
Saussay 149
Sorel 149
Sourdeval 193
Tessy 197
Torchamp 142
Torigni 195
Tourlaville 198
Toutainville 232
Vire 205

U

Unités hydro-électriques 33
Utilisation des forces hydrauliques :
Du Calvados 224
De l'Eure 248
De l'Eure-et-Loir 153

Pages.
De la Manche..... 202
De la Mayenne..... 179
De l'Orne..... 146
De la Sarthe..... 165

V

Vaas..... 162
Vannes régulatrices..... 75
Vaudreuil (Le)..... 233
Voltage..... 35
Voltmètre..... 35
Vire..... 205
Vriseuil..... 151

W

Watt..... 34
Watt-heure..... 37
Wattman..... 34

TOURS, IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES, 6, RUE GAMBETTA.

Librairie H. DUNOD et E. PINAT, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS

EXTRAIT DU CATALOGUE

L'Electricien. Revue internationale hebdomadaire de l'électricité et de ses applications. Prix des abonnements annuels partant du 1er de chaque mois : France, 20 francs ; Etranger ..... 25 fr.

Annuaire du Syndicat professionnel des industries électriques. Année 1905. In-8° 14 × 22 de 430 pages, cartonné ..... 7 fr. 50
Membres du Syndicat. Sociétés. Ecoles. Commissions, etc. Bibliographie. Aide-mémoire et renseignements techniques. Législation, etc.

Électricité, par Ed. Dacremont, conducteur des Ponts et Chaussées. (Ouvrage couronné par la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.)
Première partie. Théorie et production : Etude générale des phénomènes électriques. Piles. Magnétisme. Courants alternatifs. Machines à courants alternatifs et à courant continu. Transformateurs. Accumulateurs. Mesures. In-8° avec nombreuses figures ..... 12 fr.
Deuxième partie. Applications industrielles : canalisation et distribution, éclairage, transport de l'énergie, traction, électrochimie, télégraphie, téléphonie, projet de distribution d'énergie. In-8° avec nombreuses figures. 12 fr.

Électrotechnique appliquée. Cours professé à l'Institut électrotechnique de Nancy par A. Mauduit, ancien élève de l'Ecole polytechnique, ingénieur-électricien. Préface de M. A. Blondel, ingénieur des Ponts et Chaussées, professeur d'électricité. In-8° 16 × 25 de 860 pages, avec 557 figures. Broché, 25 francs ; cartonné ..... 26 fr. 50

L'Electricité à la portée de tout le monde, par Georges Claude, ingénieur, 1 fort vol., 5e éd., 480 pages, avec 232 figures, grand in-8°, broché 7 fr. 50 ; relié ..... 9 fr. 50.

L'Electricité industrielle mise à la portée de l'ouvrier. Manuel pratique à l'usage des monteurs électriciens, mécaniciens, élèves des écoles professionnelles, etc., par E. Rosenberg. Traduit de l'allemand par A. Mauduit, professeur à l'Institut électrotechnique de Nancy. In-8° de 435 pages, 284 figures. Broché, 8 fr. 50 ; cartonné ..... 10 fr.

Principes d'électrotechnie, par Émile Piérard, professeur d'Électricité industrielle à l'Université libre de Bruxelles. Grand in-8° de 440 pages, avec 297 figures ..... 10 fr.

Manipulations et études électrotechniques. Manuel pratique à l'usage des ingénieurs-électriciens et des Élèves des Ecoles techniques, par L. Barbillion, ingénieur-électricien, professeur et sous-directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble. In-8° 16 × 26 de 304 pages, avec 162 figures. Broché, 12 fr. 50 ; cart ..... 14 fr.

La Technique des courants alternatifs, à l'usage des électriciens, contremaîtres, monteurs, etc., par G. Sartori, ingénieur, professeur d'électrotechnique à l'Institut royal technique supérieur de Milan, traduit de l'italien par J.-A. Montpellier, rédacteur en chef de *l'Électricien.*
Tome I. — *Exposé élémentaire et pratique des phénomènes du courant alternatif.* In-8° 17 × 25 de x-472 pages, avec 260 figures. Broché 15 francs ; cartonné ..... 16 fr. 50
Tome II. — *Développements théoriques et calculs pratiques.* In-8° 17 × 25 de 634 pages, avec 287 figures. Broché 20 francs ; cartonné ..... 21 fr. 50

Théorie et calcul des phénomènes du courant alternatif, par Ch.-Pr. STEINMETZ. Traduit sur la 3e édition américaine, revue et augmentée, par Henri MOUZET, ingénieur des Arts et Manufactures. Grand in-8° de xx-526 pages avec 210 figures. Broché, 20 francs; cartonné..... 21 fr. 50

Le Courant alternatif, par R. SWYNGEDAUW, professeur adjoint, chargé de l'enseignement électrotechnique à l'Université de Lille. In-8° 16 × 26 de XVI-174 pages, avec 62 figures et 3 planches..... 5 fr.

Les Dynamos. Principes, description, installation, conduite, entretien, dérangements, par J.-A. MONTPELLIER, rédacteur en chef de *l'Électricien*. Grand in-8° avec 305 figures, cartonné..... 16 fr.

Les Accumulateurs électriques. *Théorie et technique. — Descriptions. — Applications*, par L. JUMAU, ingénieur-électricien. In-8° 16 × 26 de 940 pages, avec 594 figures..... 27 fr. 50

Traité pratique du transport de l'énergie par l'électricité, par Louis BELL, ingénieur électricien, traduit sur la 3e édition américaine, revue et augmentée, par A. LEHMANN, ingénieur. In-8° 16 × 25 de 735 pages avec figures et planches. Broché, 25 francs; cartonné..... 26 fr. 50

Les Maladies des machines électriques. Défauts et accidents qui peuvent se produire dans les génératrices, moteurs et transformateurs, par E. SCHULZ. Traduit de l'allemand par HALPHEN, ingénieur-électricien. In-16 de 92 pages, avec 42 figures, cartonné..... 2 fr. 50

Leçons sur les méthodes de mesures industrielles des courants continus, par M. L. MARCHIS, professeur adjoint de physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. In-4° de 568 pages, avec de nombreuses figures. Ouvrage lithographié..... 16 fr.

Guide pratique de mesures et essais industriels, par MONTPELLIER et ALIAMET.

Tome I. — *Instruments et méthodes de mesure des grandeurs fondamentales, géométriques et mécaniques*. Grand in-8° avec 275 figures. Broché, 17 francs; cartonné..... 18 fr. 50

Tome II. — *Instruments et méthodes de mesure des quantités magnétiques*. Grand in-8° avec 73 figures. Broché 6 francs; cartonné 7 fr. 50

Electromoteurs, par G. RŒSSLER, professeur à l'Ecole supérieure technique de Berlin, traduit de l'allemand par Em. SAMITCA, ingénieur.

Tome I. — *Courant continu*. Grand in-8° avec figure. Broché, 6 fr. 50; cartonné..... 8 fr.

Tome II. — *Courants alternatifs et triphasé*. Grand in-8° avec figure. Broché, 10 francs; cartonné..... 11 fr. 50

Les deux volumes pris ensemble. Broché, 15 francs; cartonné..... 18 fr.

Les Automobiles électriques, par Gaston SENCIER, ingénieur des Arts et Manufactures, et A. DELASALLE, ingénieur, ancien élève de l'École de physique et de chimie. Grand in-8°..... 15 fr.

Les Fours électriques et leurs applications industrielles, par J. ESCARD, ingénieur avec préface de H. MOISSAN, membre de l'Institut. In-8° 16 × 24 de 535 pages avec 221 figures et planche en couleurs. Broché, 18 francs; cartonné..... 19 fr. 50

Traité pratique de télécommunication électrique (Télégraphie-téléphonie), par Ed. ESTAUNIÉ, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur en chef des Télégraphies. Grand in-8° de 670 pages, avec 528 figures. Broché, 20 francs; cartonné..... 21 fr. 50

89090523929

b89090523929a